

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-253959

(43)Date of publication of application : 25.09.1998

(51)Int.Cl. G02F 1/1335
G02F 1/1335

(21)Application number : 09-070927

(71)Applicant : CASIO COMPUT CO LTD

(22)Date of filing : 10.03.1997

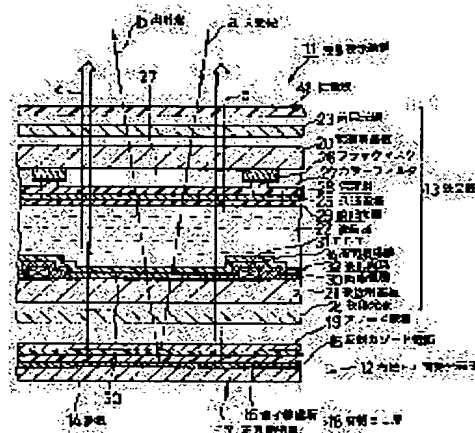
(72)Inventor : SHIRASAKI TOMOYUKI
SHIOTANI MASAHARU
YAMADA HIROYASU

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a liquid crystal display device provided with both functions of a reflection type and transmission type displays that is prevented from occurring of imprinting of an external image and double images.

SOLUTION: In this device, an organic EL surface emitting element 12 is arranged in the rear of a liquid crystal display element 13 and a diffusing plate 41 is arranged in the front of the panel 13 and an electrode positioning in the rear of the organic EL surface emitting element 12 is made to be a reflection cathode electrode 15. Outer lights are reflected with this reflection cathode electrode 15. A this time, since this device is provided the diffusing plate 41 and the outer lights are diffused, the imprinting of the external image and the double images are suppressed from being displayed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 10 - 253959

(43) 公開日 平成10年(1998)9月25日

(51) Int. Cl. 6

識別記号

F I

G 0 2 F

1/1335

5 3 0

G 0 2 F

1/1335

5 3 0

審査請求 未請求 請求項の数 6

F D

(全 2 3 頁)

(21) 出願番号 特願平9-70927

(22) 出願日 平成9年(1997)3月10日

(71) 出願人 000001443

カシオ計算機株式会社

東京都渋谷区本町1丁目6番2号

(72) 発明者 白 寄 友之

東京都青梅市今井3丁目10番地6 カシオ計算機株式会社青梅事業所内

(72) 発明者 塩 谷 雅治

東京都青梅市今井3丁目10番地6 カシオ計算機株式会社青梅事業所内

(72) 発明者 山 田 裕康

東京都青梅市今井3丁目10番地6 カシオ計算機株式会社青梅事業所内

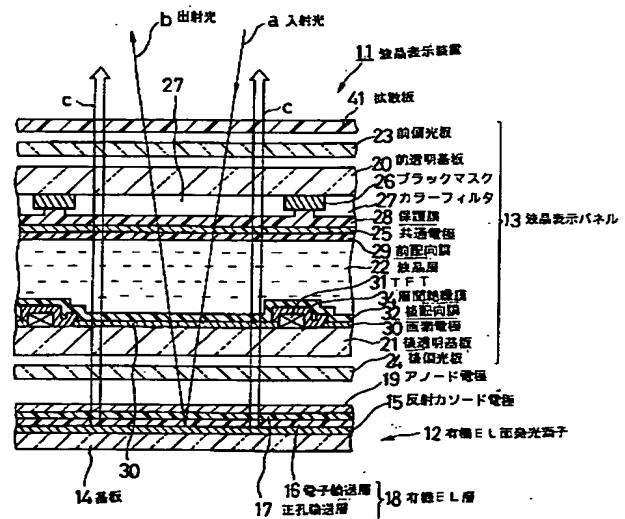
(74) 代理人 弁理士 杉村 次郎

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 外部像の写り込みや二重像が生じるのを防止した反射型・透過型表示の両機能を備えた液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 液晶表示パネル13の後方に有機EL面発光素子12が配置され、液晶表示パネル13の前方に拡散板41が配置され、有機EL面発光素子12の後に位置する電極を反射カソード電極15としている。この反射カソード電極15で外光が反射される。このとき、拡散板41を備えているため、外光が拡散されることで、外部像の写り込みや二重像が表示されるのを抑制できる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 それぞれ液晶駆動電極を有する前透明基板と後透明基板との間に液晶層が介在された液晶表示パネルを備え、前記液晶層より後方に、前記液晶表示パネルの表示領域と対応してキャリアの注入に応じて発光し、それ自身が可視光に対して透過性を有する有機 E L 層を配置し、前記有機 E L 層より後方に可視光に対して反射性を有する光反射板が配置されたことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】 前記光反射板は、前記有機 E L 層にキャリアを注入する一対の電極のうち的一方であることを特徴とする請求項 1 記載の液晶表示装置。

【請求項 3】 前記光反射板の表面は、微細な凹凸をもつ散乱反射面であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の液晶表示装置。

【請求項 4】 前記液晶表示パネルと前記有機 E L 層との間に、可視光に対して透過性をもつ拡散板を配置したことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の液晶表示装置。

【請求項 5】 前記有機 E L 層は、厚さが 0.2 mm 以下のフィルム状の基板に、キャリアを注入する電極を介して形成されていることを特徴とする請求項 1 ～請求項 4 のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項 6】 前記有機 E L 層にキャリアを注入する電極の少なくとも一方は、可視光に対して透過性を有し、前記有機 E L 層のほぼ全面に形成された透明導電膜と、前記透明導電膜と異なる屈折率で且つ前記透明導電膜より低抵抗の材料でなり、前記透明導電膜を開口する複数の孔を有する低抵抗導電膜と、を有することを特徴とする請求項 1 ～請求項 5 のいずれかに記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、液晶表示装置に関し、さらに詳しくは、反射型表示機能および透過型表示機能を兼ね備えた、液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 液晶表示装置は、薄型軽量化が可能であるため種々の電子機器の表示装置として使用されている。近年では、情報化が個人のレベルまで浸透し始めており、携帯用パソコン（ノート型パソコン）や、携帯情報端末などが普及している。このような電子機器は、携帯用であるため電力消費を極力抑える必要がある。このため、携帯用電子機器では、バックライトを無くしてこれに必要とされる電力を削減した、反射型の液晶表示装置が用いられている。しかし、このような液晶表示装置は、外光が明るい昼間（明状態）においては良好なコントラストを得ることができるが、暗い場所や夜間（暗状態）では表示が極めて見にくい。また、バックライトを備えた透過型の液晶表示装置では、暗状態ではバックラ

イトの輝度が 20 cd/m²程度で十分なコントラストを得ることができるのに対し、明状態ではバックライトの輝度が 200 cd/m²でも良好なコントラストを得ることはできない。そこで、図 33 に示すような、反射型表示機能と透過型表示機能とを備えた液晶表示装置が開発されている。この液晶表示装置は、同図に示すように、液晶表示部 1 の後方に半透過半反射膜（ハーフミラー）2 が配置され、半透過半反射膜 2 の後方にバックライトシステム 3（ランプ 4 と導光板 5 など）で構成される）が配置されている。半透過半反射膜 2 は、ベースフィルムの上面に反射層を設け、下面に散乱層を設けた構造であり、入射する光の一部を透過し、残りの光を反射する機能を持っている。

【0003】 以下、この従来の液晶表示装置における表示作用について簡単に説明する。図 33 中、符号 A は液晶表示部 1 に入射する明状態における外光を示している。この外光 A は、液晶表示部 1 を通過して半透過半反射膜 2 に入射する。このとき入射光 A 1 は、一部が透過光 A 3 として半透過半反射膜 2 を透過し、残りの光が反射光 A 2 として反射する。この反射光 A 2 が液晶表示部 1 に入射され、液晶の配向状態に応じた表示光 A 4 が表示面から出射され表示が行われる。一方、暗状態においては、バックライトシステム 3 を点灯することにより照明光 B が出射され、この照明光 B は一部の光が半透過半反射膜 2 を透過し、この透過した一部の光が照明光 B 1 となる。照明光 B 1 が液晶表示部に入射することにより、液晶の配向状態に応じた表示光 B 2 が表示面から出射され表示が可能となる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記した従来の液晶表示装置では、外光 A を起源とする入射光 A 1 の一部（A 3）が半透過半反射膜 2 を透過してしまうため、反射光 A 2 の光量が減少してしまい良好なコントラストをとれないという問題がある。一方、暗状態では用いるバックライトシステム 3 を起源とする照明光 B は、半透過半反射膜 2 を通過することにより、光量が大幅に減少して照明光 B 1 になる。すなわち、バックライトシステム 3 からの光を効率よく表示に用いることができない。このため、暗状態において、良好なコントラストを得るにはバックライトシステム 3 の発光性能を上げることが要求され、消費電力が増加し、特に携帯用液晶表示装置において、連続表示時間が短くなるという問題を避けることができない。

【0005】 この発明が解決しようとする第一の課題は、明状態において良好なコントラストを有する反射型の表示を行うことができ、しかも界面反射に伴って二重像が発生するのを抑制でき、一方、暗状態においても良好なコントラストを有する透過型の表示を低消費電力で行うことができる液晶表示装置を得るにはどのような手段を講じればよいかという点にある。また、この発明が

解決しようとする第二の課題は、液晶表示部に良好な散乱光を供給することができる液晶表示装置を得るにはどのような手段を講じればよいかという点にある。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、それぞれ液晶駆動電極を有する前透明基板と後透明基板との間に液晶層が介在された液晶表示パネルを備え、前記液晶層より後方に、前記液晶表示パネルの表示領域と対応してキャリアの注入に応じて発光し、それ自体が可視光に対して透過性を有する有機エレクトロルミネッセンス（以下、有機ELという）層を配置し、前記有機EL層より後方に可視光に対して反射性を有する光反射板が配置されたことを特徴としている。

【0007】請求項2記載の発明は、前記光反射性板は、前記有機EL層にキャリアを注入する一対の電極のうちの一方であることを特徴している。

【0008】請求項1および請求項2記載の発明においては、液晶表示パネルの前方から入射した光は、液晶表示パネルを通過した後、有機EL面発光素子の後方の光反射板または有機EL面発光素子の一方の電極で反射され、再び液晶表示パネルを通過して前方に出射されて表示を行う。また、有機EL面発光素子の電極間に所定値の電圧を印加すると、有機EL層に電子と正孔とが注入され、有機EL層内における電子と正孔との再結合に伴った発光が生じ、この光が液晶層を通過して液晶表示パネルの前方へ出射するため表示が可能となる。有機EL面発光素子は、電極や有機EL層を極めて薄く設定できるため、これら部材の光吸収による損失が少なく、反射表示、透過表示のいずれにおいても高い輝度の光を表示面側へ出射することができるとともに、表示像のズレが小さい表示を行うことができる。したがって、半透過半反射板を用いることなしに、発光効率の良い反射表示および透過表示を行うことができる。

【0009】請求項3記載の発明は、前記光反射板の表面が、微細な凹凸をもつ散乱反射面であることを特徴としている。請求項3記載の発明においては、光反射板の微細な凹凸により入射光を散乱させて反射することができ、このため反射型表示および透過型表示においても視野角の広い液晶表示を行うことができる。

【0010】請求項4記載の発明は、前記液晶表示パネルと前記有機EL層との間に、可視光に対して透過性をもち拡散板を配置したことを特徴としている。

【0011】請求項5記載の発明は、前記有機EL層が、厚さが0.2mm以下のフィルム状の基板に、キャリアを注入する電極を介して形成されていることを特徴としている。

【0012】請求項6記載の発明は、前記有機EL層にキャリアを注入する電極の少なくとも一方は、可視光に対して透過性を有し、前記有機EL層のほぼ全面に形成された透明導電膜と、前記透明導電膜と異なる屈折率で

且つ前記透明導電膜より低抵抗の材料でなり、前記透明導電膜を開口する複数の孔を有する低抵抗導電膜と、を有することを特徴としている。請求項6記載の発明においては、透明導電膜が比較的高抵抗であっても、低抵抗導電膜が積層されているため、透明導電膜の取り出し部から遠くの部分での電位降下を抑制することができる。このため、有機EL層への電流供給を均一に行うことができ、均一な面発光を行わせることができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、この発明に係る液晶表示装置の詳細を図面に示す実施形態に基づいて説明する。

（実施形態1）図1は、この発明に係る液晶表示装置の実施形態1を示す断面図である。同図中11は液晶表示装置であり、相対的に後方に配置された有機EL面発光素子12と、有機EL面発光素子12の前方に配置された液晶表示パネル13と、液晶表示パネル13の前方に配置された拡散板41と、から大略構成されている。

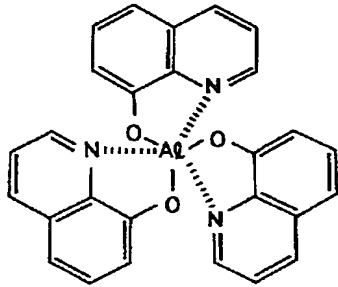
【0014】まず、有機EL面発光素子12の構成について説明する。有機EL面発光素子12は、例えばガラスでなる（EL用透明）基板14の上に、後発光駆動電極および光反射板としての機能を兼ね備えた、光反射性を有する金属、例えばMgInでなる反射カソード電極15が形成されている。なお、反射カソード電極15の材料としては、電子放出性の観点から、仕事関数が低い材料が望ましく、その電子親和力（eV）が、後述する電子輸送層16の材料の最低空分子軌道（LUMO）の準位に反映される電子輸送層16材料の電子親和力に近いまたはそれより小さいことが望ましい。また、光反射性の観点から、より可視光（400nm以上800nm以下の電磁波）に対し反射性のある材料が望ましい。この反射カソード電極15は、液晶表示パネル13の表示領域と対応する形状・面積をもつ。また、反射カソード電極15は、任意の膜厚となるようにスパッタ法などを用いて成膜することができ、本実施形態においては反射面が平滑な鏡面構造になっている。

【0015】反射カソード電極15の上には、同様に表示領域と対応する形状・面積を有する、トリス（8-ヒドロキシキノリン）化アルミニウム（以下、Alq3という）でなる電子輸送層16が形成されている。この電子輸送層16の膜厚は、20nm～100nm程度であり、蒸着法を用いて形成されている。また、電子輸送層16の上には、ポリビニルカルバゾール（以下、PVCzという）と2,5-ビス（1-ナフチル）-オキサジアゾール（以下、BNDという）と発光材料を適宜混合してなる正孔輸送層17が、ディップコートまたはスピコート法等の湿式成膜、或いは蒸着により形成されている。この正孔輸送層17の膜厚は、20nm～100nm程度に設定されている。BNDは、PVCz単位ユニットに対するモル比率が約10/100～20/100の割合で混入され、正孔輸送層17内への正孔の注入お

よび輸送とを促すようなアノード電極に対し相対的なバンドギャップを持っている。そして、これら電子輸送層 16 と正孔輸送層 17 とで、有機 EL 層 18 を構成している。なお、以下に Alq3、PVCz、BND の構造式を示す。

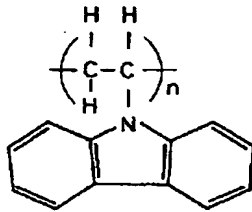
【0016】

【化 1】



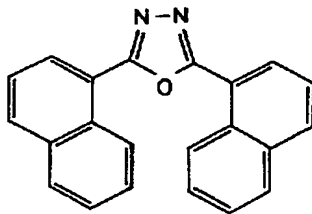
Alq3

【化 2】



PVCz

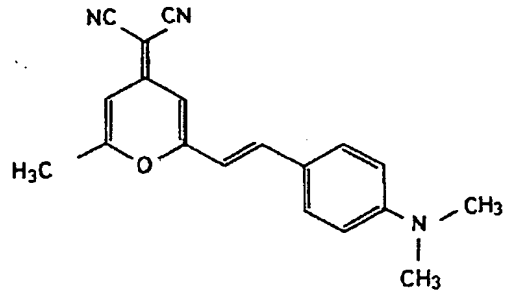
【化 3】



BND

【0017】発光材料は、所定の波長域の光を吸収し、それぞれ赤色、緑色、青色に発光する光ルミネッセンス (photoluminescence) 性及び電子と正孔との再結合により励起され発光するエレクトロルミネッセンス (electroluminescence) 性のいずれかを有する材料からなるドーパントであり、正孔輸送層および／または電子輸送層にドーパされている。赤色ドーパントとしては、4-(dicyanomethylene)-2-methyl-6-(p-dimethylaminostyryl)-4H-pyran (以下、DCM1 という) があり、図 18 に示すように 600 nm 付近に発光ピークを有する橙色乃至赤色発光を生じる。以下に DCM1 の構造式を示す。

【化 4】

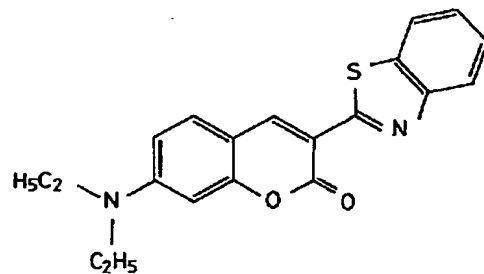


10

DCM1

緑色ドーパントとして、3-(2'-benzothiazoyl)-7-diethylaminocoumarin (以下、クマリン 6) があり、図 18 に示すように 500 nm ~ 550 nm 間にピークを有する緑色の発光を示す。以下にクマリン 6 の構造式を示す。

【化 5】

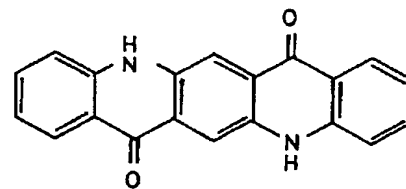


20

クマリン 6

他の緑色ドーパントとして、quinacridone (以下、キナクリドン) がある。以下にキナクリドンの構造式を示す。

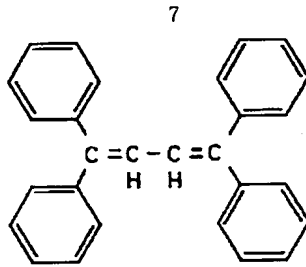
【化 6】



キナクリドン

青色ドーパントとしては、tetraphenylbenzidine (以下、TPB)、4,4'-bis(2,2'-diphenylvinylene)biphenyl、4,4'-bis((2-carbazole)vinylene)biphenyl、tetraphenylbutadiene 誘導体、cyclopentadiene 誘導体、oxadiazole 誘導体等がある。以下に TPB の構造式を示す。

【化 7】



TPB

赤色ドーパント、緑色ドーパント、青色ドーパントはそれぞれ、PVCz単位ユニットに対するモル比率が約1/100～4/100の割合で混入され、後述するカラーフィルタの分光スペクトルにあわせてドーパ量を調整されている。

【0018】有機EL層18の上には、全面にアノード電極19が形成されている。このアノード電極19は、外光および有機EL発光素子12で発光される光に対して透過性を有する電極材料、例えばITOで形成され、その膜厚は300nm以下に設定されている。

【0019】以上、液晶表示装置11における有機EL面発光素子12の構成について説明したが、上記したように、有機EL層18の膜厚を薄くできる理由は、有機膜の成膜制御性が良いことと、材料の電荷注入性などを始めとする特性に起因するものであり、特に有機EL面発光素子とすることにより実現し得たものである。そして、有機EL層18とアノード電極19とを合わせた膜厚も、0.1μm～0.2μm程度と薄いものであるため、入射する外光の吸収による減衰を極僅かとすることができるとともに、反射による二重像が生じるのを抑制することができる。また、このような有機EL面発光素子12では、拡散板41を備えることにより、後記する作用で述べるように、外光が反射カソード電極15で反射することにより表示画面にフリッカ（ちらつき現象）や鏡面反射が発生したり、二重像が生じたり、表示画面が部分的に継続して輝く現象が発生するなどの不都合が発生するのを抑制することができる。

【0020】次に、液晶表示パネル13の構成を説明する。図1に示すように、液晶表示パネル13は、対をなす前透明基板20側および後透明基板21側と、図示しないシール材と、で形成される間隙に、例えば略90°にツイストネマティック配向されたTN液晶が封止された液晶層22と、前透明基板20の前方に配置された前偏光板23と、後透明基板21の後方に配置された後偏光板24と、で大略構成されている。前偏光板23と後偏光板24とは、それぞれの偏光軸が互いに直交し、かつ液晶の配向に合わせて配置されている。前透明基板20側には、前透明基板20の対向内側面に、ブラックマスク26、カラーフィルタ27が適宜配置・形成されて

いる。カラーフィルタ27は赤色、緑色、青色の各色をそれぞれ分光するRフィルタ、Gフィルタ、Bフィルタから構成され、Rフィルタ、Gフィルタ、Bフィルタはそれぞれストライプ状または、後述する画素電極30に対応したドット配列をしている。また、これらブラックマスク26およびカラーフィルタ27の上には、透明性を有する保護膜28が形成され、保護膜28上にITOからなる可視光に対し70%以上の透過性を有する共通電極25が表示領域全面にわたって形成され、共通電極25上には配向処理されたポリイミドからなる、前配向膜29が形成されている。

【0021】一方、後透明基板21の対向内側面には、ITOでなる画素電極30およびこの画素電極30に接続されたスイッチング素子としての薄膜トランジスタ（TFT）31が、所定の画素配列に従って多数配列されている。配列パターンは、行方向およびそれに直交する列方向に並んで配列されたマトリクス配列や、対応するカラーフィルタのR、G、Bを1周期とした画素電極30の列に隣接する列の画素電極30が半周期ずらした、所謂デルタ配列等を採用することができる。TFT31は、そのゲート電極が選択電圧を出力するゲートラインに接続され、そのドレイン電極が信号電圧を出力するドレインラインに接続されている。これらTFT31を含む非画素領域には、窒化シリコンからなる層間絶縁膜34がパターン形成され、これら画素電極30および層間絶縁膜34の上にはポリイミドからなる、配向処理が施された後配向膜32が形成されている。

【0022】以下、このような構成の液晶表示装置11を外光を反射させて用いる場合（明状態で用いる場合）と、有機EL面発光素子12を発光駆動させて用いる場合（暗状態で用いる場合）の作用・動作を説明する。

【0023】（明状態で用いる場合）この液晶表示装置11を明状態で用いる場合は、有機EL面発光素子12をオフ状態にして用いる。図1の矢印aは外光である入射光を示し、矢印bは出射光を示す。まず、入射光aは、液晶表示パネル13を通過して有機EL発光素子12に入射する。入射光aは、前偏光板23、液晶22、後偏光板24の偏光作用を受け、有機EL発光素子12に入射される。この入射光aは、アノード電極19と有機EL層18を通過して反射カソード電極15で反射される。このとき、実際の反射は、概して図2で示すことができる。なお、同図においてアノード電極19と有機EL層18の光屈折率は無視して示している。同図に示すように、入射光aは、反射カソード電極15で反射する出射光bとアノード電極19の表面で極一部が反射する出射光b1とに主に分かれる。これら出射光bと出射光b1との距離dは、アノード電極19と有機EL層18との膜厚の和をt、入射角をθとすると、 $d = t \cdot \sin 2\theta / \cos \theta$ で表すことができる。ここで、入射角θ=30°とすると、t=0.2μmであるとすれば、d=

0.2 μm 程度となる。このように、本実施形態では、有機EL材料を用いたことにより、アノード電極19と有機EL層18との膜厚の和を小さく抑えることができるため、反射光b、b1の距離dは極短くなる。なお、エレクトロルミネッセンス層18の屈折率を加味しても略同様の値となる。このように、アノード電極19と有機EL層18との膜厚は極めて薄いため、入射光aが反射カソード電極15で反射されたときに、出射光bは光量の損失が小さく、表示に対して十分な光量を確保することができる。

【0024】また、明状態で用いる場合には、図3に示すように、拡散板41を備えない構成とすると、液晶層22に所定の液晶変調領域22Aが形成されているときに、平行な照明光がこの液晶変調領域22Aを投影して反射カソード電極15で反射されて形成される像1と、液晶変調領域22Aを通らずに反射カソード電極15で反射してこの反射光が液晶変調領域22Aを投影して出射されることにより形成される像2と、で二重像ができてしまう可能性がある。しかし、本実施形態では液晶表示パネル13の前方に拡散板41が配置されているため、二重像が形成されるのを防止することができる。さらに、図4に示すように、拡散板41が無い反射カソード電極15で鏡面反射されることにより、外部像Aが写り込みを起こす可能性があるが、本実施形態では拡散板41を備えているため、このような不都合が生じるのを防止することができる。

【0025】（暗状態で用いる場合）この表示装置11を暗状態で用いる場合は、有機EL面発光素子12をオン状態にして用いる。このときの有機EL面発光素子12の概略的なエネルギーダイアグラムを図5に示す。図5にPVCz、BNDおよび発光材料からなる正孔輸送層とAlq3からなる電子輸送層の2層構造の有機EL素子の発光プロセスを示す。ここで、有機キャリア輸送層内での電子の移動性は、各材料のlowest unoccupied molecular orbital（以下、LUMOという）の準位に依存され、正孔の移動性は、highest occupied molecular orbital（以下、HOMOという）の準位に依存され、言い換えれば、これら電荷を有する粒子の移動は、各材料の固有のバンドギャップの上限と下限とに反映される。電極を含む全体としては、電子は各材料の電子親和力（eV）に反映され、正孔は各材料のイオン化エネルギー（eV）に反映されることになる。

【0026】まず、カソード電極から電子輸送層（ETL）への電子の注入に関しては、カソードの電子親和力とAlq3のLUMOとの間のポテンシャル障壁があるが、カソードおよびアノード間に所定値の電圧を印加することにより乗り越えて実現することができる。そして、アノード電極から正孔輸送層（HTL）への正孔の注入に関しては、アノードのイオン化エネルギーとHTL内の材料のHOMOとの間のポテンシャル障壁がある

が、カソードおよびアノード間に電圧を印加することにより乗り越えて実現することができる。

【0027】次にHTL内の正孔の移動については、図6に示すように、PVCzとBNDとの混合により形成されたトラッピングサイトを移動するホッピング伝動が主体となる。つまり、アノードのイオン化エネルギーとBNDのHOMOとの差であるgapAを電圧の印加により乗り越えた正孔は、BNDのHOMOとPVCzのHOMOとの間のgapBを次々と乗り越えてETLに向かう。また、Alq3に注入された電子の一部は、電圧の印加によりgapEを乗り越えるが、gapDが大きいためHTLにおけるETLとの界面付近に留まり、HTL内を輸送される正孔と再結合を起こし、電荷を持たない1重項励起子を発生させる。残りの電子は、ETL内で注入された正孔と再結合を起こし1重項励起子を発生させる。1重項励起子は10nm程度の不規則な移動をした後、失活に至るが、発光材料に補足され、所定波長域の可視光を発光する。

【0028】図7は単層のPVCzと、クマリン6がドープされたPVCz層と、エタノール中に2.85 \times 10⁻⁵（mol/l）で存在するクマリン6の、それぞれの光吸収スペクトルである。図中、破線（a）は、PVCzの吸収スペクトルであり、実線（b）は、クマリン6がドープされたPVCz層の吸収スペクトルであり、一点鎖線（c）は、クマリン6のエタノール溶液の吸収スペクトルである。実線（a）および実線（b）からクマリン6は、PVCz中では400nm \sim 500nm付近に吸収ピークを有し、PVCz自体は主に、350nm以下の光を吸収する性質を有している。

【0029】図8はPVCz単層のEL（エレクトロルミネッセンス）特性とPL（フォトルミネッセンス）特性のスペクトル図である。図中破線が電圧の印加による発光スペクトルで、実線が所定の波長域の光の吸光による発光スペクトルである。PVCzは400nm近傍にELピークおよびPLピークを有している。

【0030】図7、8よりPVCzの単層型の場合、電子と正孔との再結合によりPVCz自体が400nm近傍にピークを有する発光を生じ、この一部をクマリン6が吸収し、発光するという二重の発光になっているが、本実施形態の2層構造の有機EL面発光素子12では、PVCzは400nmピークの発光が、ほとんどなく、発光材料の発光のみが確認されていることから変換効率が極めて良好に行われていることが推察される。

【0031】このような作用により、本実施形態の有機EL面発光素子12は、低電圧条件で駆動を行うことができ、低消費電力化を達成することができる。このため、液晶表示装置11の携帯性を高めることができる。また、有機EL面発光素子12での発光は、上記したように正孔輸送層17と電子輸送層16との界面近傍で起こるため、実質的には正孔輸送層17とアノード電極1

9を膜厚方向に光が通過すればよく、光量の損失がほとんどない。このため、充分な光量の表示用光を発生させることができる。さらに、EL層を有機化合物で構成したことにより、平滑で均一な膜厚の成膜が行えるため、発光の面内均一性の良好な照明とすることができる。なお、暗状態で用いる場合は、上記したように低消費電力化が図られているため、電池駆動を行ってもよく、コンセントから電源をとって駆動させてもよい。

【0032】以上、実施形態1について説明したが、ここでEL層として無機EL材料を用いた場合と、上記した実施形態1とを比較して検討する。実施形態1においては、EL層の膜厚が約 $0.15\mu\text{m}$ であり、スパインコーティング法を用いて平坦に形成することができる。これに対して、無機EL材料、例えばチタン系のEL材料をエレクトロルミネッセンス層に適用すると、適切な実効電界と発光が得られるEL膜厚は数十 μm となる。このため、上記実施形態1において図2を用いて説明した反射光どうしの距離 d は、無機EL発光素子の場合に、実施形態1の距離 d より大幅に長くなり、このため、視差が大きくなってしまい、表示画像が多重に見えてしまう。また、実施形態1においては、発光メカニズムがEL層中に注入された電子と正孔との再結合により光が放出される。このようなEL層は半導体的にとらえることができる。これに対し、無機EL発光素子においては、電子がEL層中にトンネル効果などで導入され、EL層に印加されている高電界で加速されて蛍光中心に衝突してエネルギーを与えることにより発光を起こしていると考えられている。すなわち、無機EL発光素子のメカニズムは、絶縁破壊的にとらえることができる。この点から考えると、有機系EL層を用いた場合の方が、無機系EL層を用いた場合よりも、低消費電力化を図り易いといえる。なお、無機EL発光素子では発光材料を発光層内に添加することができないので、有機EL発光素子のように任意の色を発光するような制御が極めて困難である。

【0033】また、本実施形態では、カラーフィルタ27による色と有機EL面発光素子12による色の両方の設定を行うことができ、カラーフィルタ27だけでは困難であった、目的に応じた色の表示が可能となる。上記実施形態では、反射カソード電極15は、反射面が平滑な鏡面構造であったが、反射面に微細な凹凸を形成し散乱させる構造を適用すれば液晶表示の視野角も広がるとともに均一な表示を行うことができる。また、有機EL面発光素子は、任意の波長域の光を発光する発光材料を添加することにより発光色の設定ができる点で、無機EL素子より優れている。このため、本発明においては、直線偏光する偏光板や楕円偏光する位相差板や液晶の構成に加え、有機EL面発光素子12の発光色により表示色を設定することができるのでより幅の広い色の選択が可能となる。

【0034】（実施形態2）図9は、本発明に係る液晶表示装置の実施形態2を示す断面図である。本実施形態では、液晶表示パネル13の前方に拡散板が配置されない構成である。特に、本実施形態では、有機EL面発光素子12の反射カソード電極15をマグネシウムと銀との共蒸着により形成した散乱反射カソード電極15aとしたので、反射面が凹凸形状になり、拡散板を用いなくとも均一な輝度の散乱発光を行うことができる。なお、本実施形態における他の構成は、上記した実施形態1と同様であるため、その説明を省略する。

（実施形態3）図10は、本発明に係る液晶表示装置の実施形態3を示す断面図である。本実施形態の液晶表示装置11においては、液晶表示パネル13の構成は上記した実施形態1と同様である。有機EL面発光素子12の構成は、基板14が液晶表示パネル13に対向するように（前側に）配置され、基板14の後面に順次、アノード電極19、有機EL層18、反射カソード電極15が形成された構成である。特に、本実施形態では、基板14が透明な高分子フィルムであり、その厚さが 0.2mm 以下に設定されている。なお、有機EL層18の構成材料は、上記した実施形態1と同様である。本実施形態においても、上記実施形態1と同様に、有機EL面発光素子12の消費電力を低くでき、また、面内均一性の良好な発光を行わせることができる。さらに、本実施形態においては、有機EL面発光素子12の基板14の厚さ t が 0.2mm 以下に設定されているため、基板14の前面で外光の反射による反射光と反射カソード電極15での反射光との光路差が、極僅かとなるため、二重像が生じるのを抑制することができる。

【0035】（実施形態4）図11は、本発明の液晶表示装置の実施形態4を示す断面図である。本実施形態の液晶表示装置においては、液晶表示パネル13が、上記した実施形態2における後偏光板24を省略できる液晶モードを採用したものである。また、有機EL面発光素子12は、液晶表示パネル13の後透明基板21の後面へ一体的に、順次、アノード電極19、有機EL層18、反射カソード電極15aが形成されてなる。なお、本実施形態における反射カソード電極15aは多結晶構造を有する電極材料（例えばMg-Agの多結晶体）膜で形成され、上記した実施形態2と同様に反射面に微細な凹凸が存在するものであり、鏡面反射を防止して外部像が写り込むの抑制するようになっている。このような構成としたことにより、有機EL面発光素子12と液晶表示パネル13とが一体化した液晶表示装置11を実現でき、間に屈折率の異なる空間がないために画像のずれがより小さくなり、また、より薄型でコンパクトな構造とすることができる。

【0036】（実施形態5）図12は、本発明の液晶表示装置の実施形態5を示す断面図である。本実施形態の液晶表示装置11においては、液晶表示パネル13の構

成が上記した実施形態 1 と同様である。有機 EL 面発光素子 12 は、上記した実施形態 1 の反射カソード電極 15 が透明電極材料でなる透明カソード電極 15b に置き換えられた構成である。また、有機 EL 面発光素子 12 の後方には、入射光を散乱させる拡散反射板 33 が配置されている。また、拡散板 41 が配置されない構成になっている。このような構成とすることにより、図 12 に示すように、明状態では外光である入射光 a は、液晶表示パネル 13 と有機 EL 面発光素子 12 とを通過し、拡散反射板 33 で反射されて反射光 b となる。このとき、
10 実際には反射光 b は拡散反射板 33 で散乱されて単一の光線ではなく多方向に進む多数の光線となる。このため、液晶表示パネル 13 に後方から入射する光の面内均一性を高めることができる。暗状態では、有機 EL 面発光素子 12 を駆動して表示用光 c を発光させることにより、液晶表示パネル 13 の液晶の配向に応じた表示が可能となる。本実施形態においては、上記したように、拡散反射板 33 の表面に入射光 a が当たると、この入射光 a が散乱されて反射光の均一化を図ることができる。本実施形態における他の構成は、上記した実施形態 1 と略
15 同様である。なお、基板 14 は高分子樹脂フィルムとすると、ガラスと比べ薄く、光の減衰も少なくして良い。

【0037】（実施形態 6）図 13 は、本発明の液晶表示装置の実施形態 6 を示す断面図である。本実施形態の液晶表示装置 11 においては、拡散板 41 の代わりに液晶表示パネル 13 と有機 EL 面発光素子 12 との間に拡散板 42 を設けた点を除けば、実施形態 1 と同様の構成である。拡散板 42 は、互いに異なる屈折率の層が複数積層された板であり、入射された光が各層の界面で反射、透過を繰り返して起こすことにより光の進行方向を拡散させる機能を有する。このような構造の液晶表示装置 11 では、反射型として用いる場合に入射光 a が液晶層 22 を通過した拡散板 42 により拡散され、反射カソード電極 15 の反射により反射された出射光 b が再び拡散板 42 で拡散されるので、二重に拡散されることから、
30 より液晶表示の視野角も広がるとともに均一な輝度の表示を行うことができる。また、透過型の場合でも 1 度拡散されるので、発光の面内均一性が高くなり、優れた表示を行うことができる。

【0038】（実施形態 7）図 14 は、本発明の液晶表示装置の実施形態 7 を示す断面図である。本実施形態の液晶表示装置 11 においては、液晶表示パネル 13 が後偏光板 24 を用いない液晶モードを採用している点を除けば、実施形態 1 と同様の構成である。本実施形態では、後偏光板 24 を有しないため、反射型として外光が後偏光板 24 を 2 度透過することがない。このため、反射型と透過型での使用において、両者間の輝度の差が小さい。また、本実施形態では偏光板を 1 枚にしたのでより光の透過性が良好になるという利点がある。

【0039】（実施形態 8）図 15 は、本発明の表示装

置の実施形態 8 を示す断面図である。本実施形態の液晶表示装置 11 は、液晶表示パネル 13 と、相対的に後方に配置された有機 EL 面発光素子 12 と、から大略構成されている。有機 EL 面発光素子 12 は、ガラスでなる基板 14 の上に、低仕事関数の光反射性の金属、例えば MgIn でなる反射カソード電極 15 が形成されている。なお、反射カソード電極 15 の材料としては、電子放出性の観点から、仕事関数が低い材料が望ましく、その電子親和力 (eV) が、電子輸送層 16 の材料の最低空分子軌道 (LUMO) の準位に反映される電子輸送層 16 材料の電子親和力に近いまたはそれより小さいことが望ましい。また、光反射性の観点から、より可視光 (400nm 以上 800nm 以下の電磁波) に対し反射性のある材料が望ましい。反射カソード電極 15 上には、Alq3 からなる電子輸送層 16 と、PVCz と BND と発光材料とが混在された正孔輸送層 17 と、が順次積層されてなる有機 EL 層 18 が形成されている。有機 EL 層 18 上には、アノード電極 19 が積層されている。

【0040】発光材料は、所定の波長域の光を吸収し、それぞれ赤色、緑色、青色に発光する光ルミネッセンス (photoluminescence) 材料からなるドーパントであり、正孔輸送層および/または電子輸送層にドーブされている。赤色ドーパントとしては、DCM1 があり、図 18 に示すように 600nm 付近に発光ピークを有する橙色乃至赤色発光を生じる。緑色ドーパントとしてクマリン 6 があり、図 18 に示すように 500nm~550nm 間にピークを有する緑色の発光を示す。他の緑色ドーパントとして、キナクリドンがある。青色ドーパントとしては、TPB を適用することができる。他の青色ドーパントとしては、4,4'-ビス(2,2'-ジフェニルビニレン)ビフェニル、4,4'-ビス((2-カルバゾール)ビフェニレン)ビフェニル、テトラフェニルブタジエン誘導体、シクロペンタジエン誘導体、オキサジアゾール誘導体等がある。赤色ドーパント、緑色ドーパント、青色ドーパントはそれぞれ、PVCz 単位ユニットに対するモル比率が約 1/100~4/100 の割合で混入され、後述するカラーフィルタの分光スペクトルにあわせてドーブ量を調整されている。

【0041】液晶表示パネル 13 は、有機 EL 面発光素子 12 のアノード電極 19 の外面側に配置され、両外面にそれぞれ前偏光板 23、後偏光板 24 が設けられた一対の前透明基板 20 と後透明基板 21 との間に液晶層 22 を介在させた構造となっている。前透明基板 20 は、対向内側の面に、ITO からなる可視光に対し 7.0% 以上の透過性を有する共通電極 25 が表示領域全面に互って形成され、共通電極 25 上には配向処理されたポリイミドからなる前配向膜 29 が形成されている。後透明基板 21 の対向内面側には、ITO でなる画素電極 30 およびこの画素電極 30 に接続されたスイッチング素子である TFT31 が画素配列にしたがって多数配列されて

いる。配列パターンは、行方向およびそれに直交する列方向に並んで配列されたマトリクス配列になっている。TFT31は、そのゲート電極が選択電圧を出力するゲートラインに接続され、そのドレイン電極が信号電圧を出力するドレインラインに接続されている。これらTFT31を含む非画素領域には、窒化シリコンからなる層間絶縁膜34がパターン形成され、画素電極30上および層間絶縁膜34上にはポリイミドからなり、配向処理が施された後配向膜32が形成されている。

【0042】本実施形態においては、前配向膜29と後配向膜32との間に、所定方向に初期配向された液晶45が介在している。液晶45の分子は、配向膜29、32の上における配向方向を配向膜29、32で規制され、前記配向膜29、32面に対し僅かなプレチルト角で傾斜した状態で、一方の基板側から他方の基板側に向かって $75^{\circ} \pm 10^{\circ}$ のツイスト角で所定の方向にツイスト配向している。

【0043】そして、この液晶表示装置11においては、液晶22の屈折率異方性 Δn と液晶層厚 d との積である $\Delta n d$ の値と、表裏一對の偏光板23、24の透過軸の向きを、入射光が白色光であるときの出射光の色が、液晶表示パネル13の両基板20、21の電極30、25間に印加する電圧に応じて、少なくとも赤、緑、青、黒、白に変化するように設定している。

【0044】図16は、上記液晶表示パネル13の液晶分子の配向状態と各偏光板23、24の透過軸の向きを液晶表示装置11の表面側から見た図であり、この実施形態では、液晶表示パネル13の $\Delta n d$ の値を $800 \text{ nm} \sim 1100 \text{ nm}$ に設定するとともに、偏光板23、24はそれぞれの透過軸23a、24aを次のような向きにして配置されている。

【0045】すなわち、図16のように、液晶表示パネル13の一方の基板、例えば基板21の近傍における液晶分子配向方向（配向膜32のラビング方向）21aは、液晶表示パネル13の横軸Sに対して右回りに $52.5^{\circ} \pm 5^{\circ}$ の方向、他方の基板20の近傍における液晶分子配向方向（配向膜32のラビング方向）20aは、前記横軸Sに対して左回りに $52.5^{\circ} \pm 5^{\circ}$ の方向にあり、液晶分子は、そのツイスト方向を破線矢印で示したように、基板21から基板20に向かって右回りに $75^{\circ} \pm 10^{\circ}$ のツイスト角でツイスト配向している。

【0046】そして、液晶表示パネル13の基板21の近傍における液晶分子配向方向21aを 0° の方向とすると、液晶表示パネル13の基板21に対向する偏光板24の透過軸24aは、前記液晶分子のツイスト方向と逆方向に $52.5^{\circ} \pm 3^{\circ}$ の方向にあり、液晶表示パネル13の基板20に対向する偏光板23の透過軸23aは、前記ツイスト方向と逆方向に $47.5^{\circ} \pm 3^{\circ}$ の方向にある。

【0047】この実施形態の液晶表示装置11は、液晶表示パネル13の液晶層の複屈折作用と一對の偏光板23、24の偏光作用とを利用して光を着色するもので、この液晶表示装置11においては、前偏光板23を透過して入射した直線偏光が、液晶表示パネル13を通る過程でその液晶層の複屈折作用により偏光状態を変えられ、各波長光がそれぞれ偏光状態の異なる楕円偏光となった光となって後偏光板24に入射して、この後偏光板24を透過した光が、その光を構成する各波長光の光強度の比に応じた色の着色光になり、この着色光が反射カソード電極15で反射され、前記偏光板24と液晶表示パネル13と前偏光板23とを順に透過して液晶表示装置の表面側に出射する。

【0048】なお、反射カソード電極15で反射された光は、表面側に出射する過程で、液晶表示パネル13の液晶層22により入射時とは逆の経路で複屈折作用を受け、入射時とほぼ同じ直線偏光となって偏光板23に入射するため、この偏光板23を透過して出射する光は、反射カソード電極15で反射された光とほとんど変わらない着色光である。

【0049】そして、前記液晶表示パネル13の液晶層の複屈折作用は、この液晶層への印加電圧に応じた液晶分子の配向状態の変化によって変化し、それによっても後偏光板24に入射する光の偏光状態が変化するため、この後偏光板24を透過する各波長光の光強度の比に応じて光の着色が変化する。

【0050】すなわち、液晶表示パネル13の電極25、30間に電圧を印加すると、液晶分子がツイスト配向状態を保ちつつ立上がり配向し、この液晶分子の立上がり角が大きくなるにつれて液晶層の複屈折作用が小さくなるが、液晶表示パネル13の液晶層の複屈折作用が変化すると、液晶表示パネル13を透過して後偏光板24に入射する光の偏光状態が変化するため、この後偏光板24を透過する各波長光の光強度の比に応じて光の着色が変化し、その光が反射カソード電極15で反射されて液晶表示パネル13の表面側に出射する。

【0051】このように、この液晶表示装置11の出射光の色、つまり表示色は、電極25、30間に印加する電圧に応じて変化する。この液晶表示装置11の1つの画素で表示できる色は、赤、緑、青の三原色の全てと、ほぼ無彩色の暗表示である黒と、ほぼ無彩色の明表示である白を含んでいる。

【0052】図17は本実施形態の液晶表示装置11の表示色の変化を示す $a^* - b^*$ 色度図である。同図に示すように、上記液晶表示装置11の表示色は、液晶表示パネル13の電極25、30間に電圧を印加していない初期状態ではパープル(P)に近い色であり、電極25、30間に印加する電圧を高くしていくのによっても、矢印方向、すなわち赤(R)→緑(G)→青(B)→黒→白の順に変化する。これら赤、緑、青と、黒および白

の表示色は、いずれも、色純度が高い鮮明な色である。

【0053】また、黒の表示状態における出射率を $R(\min)$ とし、白の表示状態における出射率を、印加電圧が 5 V のときで $R(5V)$ 、印加電圧が 7 V のときで $R(7V)$ とすると、上記カラー液晶表示装置の出射率は、

$$R(\min) = 2.78\%$$

$$R(5V) = 22.85\%$$

$$R(7V) = 29.55\%$$

である。

【0054】そして、上記液晶表示装置 11 における黒と白の表示のコントラスト CR は、白を表示させるための印加電圧を 5 V としたときのコントラストを $CR(5V)$ 、白を表示させるための印加電圧を 7 V としたときのコントラストを $CR(7V)$ とすると、

$$CR(5V) = 8.22$$

$$CR(7V) = 10.63$$

であり、白を表示させるための印加電圧を 7 V としたときはもちろん、白を表示させるための印加電圧を 5 V としたときでも、十分に高いコントラストが得られる。

【0055】このような表示色とコントラストは、液晶表示パネル 13 の液晶 45 の分子が基板 21 側から基板 20 側に向かって $75^\circ \pm 10^\circ$ のツイスト角で所定方向にツイスト配向しており、この液晶表示パネル 13 の $\Delta n d$ の値が $800\text{ nm} \sim 1100\text{ nm}$ であるとともに、基板 21 の近傍における液晶分子の配向方向 21a を 0° の方向としたとき、偏光板 24 の透過軸 24a が液晶分子のツイスト方向と逆方向に $52.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向、偏光板 23 の透過軸 23a が前記ツイスト方向と逆方向に $47.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向に設定されていることを条件として得られるものであり、これらの条件が前記範囲を外されると、その度合が大きくなるにつれて、コントラスト、表示色の順で表示品質が悪くなる。

【0056】したがって、この液晶表示装置 11 によれば、カラーフィルタを用いることなく光を着色するとともに、同じ画素で複数の色を表示し、しかも、コントラストを高くするとともに、表示の基本である白と黒および赤、緑、青の三原色を表示して、鮮明でかつ色彩の豊かな多色カラー表示を実現することができる。

【0057】また、透過型として用いる場合、従来の ECB 液晶表示装置は、図 34 に示すように表示色によって出射率が異なっていた。特に青色は他の色と比べ輝度が低く視認しにくかった。有機 EL 面発光素子 12 では、赤色ドーパントとして DCM1、緑色ドーパントとしてクマリン 6、青色ドーパントとして TPB を適用して白色発光させることができるが、青白色を発光するようにドーパントの混合比を適用すれば、相対的に青色の輝度が高くなり各色に対する輝度バランスを良好にすることができる。このように有機 EL 面発光素子 12 では、各色に発光する発光材料を任意に設定することがで

きるもので、目的に応じた表示色の色および輝度を制御することができる。なお、本実施形態においては、アノード電極 19 と有機 EL 層 18 とが、基板 14 の上方にあるため、基板 14 の界面での反射に起因する二重像の発生が防止できる。また、アノード電極 19 および有機 EL 層 18 の厚さが極めて薄く設定できるため、これらの厚さに起因して二重像が生じることも抑制することができる。

【0058】（実施形態 9）図 19～図 21 はこの発明の実施形態 9 を示しており、図 19 は本実施形態の液晶表示装置 11 の断面図である。この実施形態の表示装置 11 は、液晶表示パネル 13 と、相対的に後方に配置された有機 EL 面発光素子 12 と、から大略構成される。液晶表示パネル 13 は、一対の前透明基板 20 と後透明基板 21 との間に液晶層 45 が介在され、前透明基板 20 の外側面に位相差板 49 が配置され、位相差板 49 の外面側に前偏光板 23 が配置され、後透明基板 21 の外面側に後偏光板 24 が配置された構造となっている。そして、この液晶表示パネル 13 の前方には、拡散板 41 が配置されている。

【0059】上記した前透明基板 20 は、対向内側の面に、ITO からなる可視光に対し 70% 以上の透過性を有する共通電極 25 が表示領域全面にわたって形成され、共通電極 25 上には配向処理されたポリイミドからなる前配向膜 29 が形成されている。後透明基板 21 の対向内面側には、ITO でなる画素電極 30 および画素電極 30 に接続されたスイッチング素子である TFT 31 が画素配列にしたがって多数配列されている。配列パターンは、行方向およびそれに直交する列方向に並んで配列されたマトリクス配列になっている。TFT 31 は、そのゲート電極が選択電圧を出力するゲートラインに接続され、そのドレイン電極が信号電圧を出力するドレインラインに接続されている。これら TFT 31 を含む非画素領域には、窒化シリコンからなる層間絶縁膜 34 がパターン形成され、画素電極 30 上および層間絶縁膜 34 上にはポリイミドからなり、配向処理が施された後配向膜 32 が形成されている。前配向膜 29 と後配向膜 32 との間には、所定方向に初期配向された液晶層 45 が介在している。

【0060】この実施形態の液晶表示装置 11 においては、液晶表示パネル 13 内部に封止された液晶層 45 の $\Delta n d$ の値と、位相差板 49 のリタデーションの値と、表裏一対の偏光板 23、24 の透過軸および位相差板 49 の遅相軸の向きを、入射光が白色光であるときの出射光の色が、電極 25、30 間に印加する電圧に応じて、少なくとも赤、緑、青、黒、白に変化するように設定している。

【0061】図 20 は、封止された液晶分子の配向状態と各偏光板 23、24 の透過軸および位相差板 49 の遅相軸の向きを表示装置 11 の表示面側から見た図であ

り、この実施形態では、液晶分子のツイスト角を $75^\circ \pm 3^\circ$ 、 $\Delta n d$ の値を $800 \text{ nm} \sim 1100 \text{ nm}$ に設定し、位相差板 49 としてリタレーションの値が $60 \text{ nm} \pm 20 \text{ nm}$ のものを用いるとともに、前および後偏光板 23、24 をその透過軸 23a、24a を次のような向きにして配置し、前記位相差板 49 をその遅相軸 49a を次のような向きにして配置している。

【0062】すなわち、図 20 のように、一方の基板、例えば後透明基板 21 の近傍における液晶分子配向方向 21a は、液晶表示パネル 13 の横軸 S に対して右回りに $52.5^\circ \pm 5^\circ$ の方向、他方の前透明基板 20 の近傍における液晶分子配向方向 20a は、前記横軸 S に対して左回りに $52.5^\circ \pm 5^\circ$ の方向にあり、液晶分子は、そのツイスト方向を破線矢印で示したように、裏面側基板 21 から表面側基板 20 に向かって右回りに $75^\circ \pm 10^\circ$ のツイスト角でツイスト配向している。

【0063】そして、裏面側基板 21 の近傍における液晶分子配向方向 21a を 0° の方向とすると、裏面側基板 21 に対向する後偏光板 24 の透過軸 24a は、前記液晶分子のツイスト方向と逆方向に $52.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向にあり、表面側基板 20 に対向する前偏光板 23 の透過軸 23a は、前記ツイスト方向と逆方向に $60.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向にあり、さらに位相差板 49 の遅相軸 49a は、前記ツイスト方向と逆方向に $52.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向にある。

【0064】この実施形態の表示装置 11 は、液晶表示パネル 13 の液晶層の複屈折作用および位相差板 49 の複屈折作用と一対の偏光板 23、24 の偏光作用とを利用して光を着色するもので、このカラー液晶表示装置においては、前偏光板 23 を透過して入射した直線偏光が、位相差板 49 と液晶層 45 を通る過程で前記位相差板 49 の複屈折作用および液晶 45 の複屈折作用により偏光状態を変えられ、各波長光がそれぞれ偏光状態の異なる楕円偏光となった光となって後偏光板 24 に入射して、この後偏光板 24 を透過した光が、その光を構成する各波長光の光強度の比に応じた色の着色光になり、この着色光が反射カソード電極 15 で反射され、前記裏側偏光板 24 と液晶 45 と位相差板 49 と前偏光板 23 とを順に透過して液晶表示装置の表面側に出射する。

【0065】なお、反射カソード電極 15 で反射された光は、表面側に出射する過程で、液晶層 45 および位相差板 49 により入射時とは逆の経路で複屈折作用を受け、入射時とほぼ同じ直線偏光となって前偏光板 23 に入射するため、この表側偏光板 23 を透過して出射する光は、反射カソード電極 15 で反射された光とほとんど変わらない着色光である。

【0066】そして、液晶層 45 の複屈折作用は、この液晶 45 への印加電圧に応じた液晶分子の配向状態の変化によって変化し、それによってもって後偏光板 24 に入射する光の偏光状態が変化するため、この後偏光板 24

を透過する各波長光の光強度の比に応じて光の着色が変化し、その光が反射カソード電極 15 で反射されて液晶表示装置 11 の表面側に出射する。

【0067】したがって、この液晶表示装置 11 の出射光の色、つまり表示色は、電極 30、25 間に印加する電圧に応じて変化する。この液晶表示装置 11 の 1 つの画素で表示できる色は、赤、緑、青の三原色の全てと、ほぼ無彩色の暗表示である黒と、ほぼ無彩色の明表示である白を含んでいる。

【0068】図 21 は液晶表示装置 11 の表示色の変化を示す $a^* - b^*$ 色度図である。同図に示すように、液晶表示装置 11 の表示色は、電極 25、30 間に電圧と印加していない初期状態ではパープル (P) に近い色であり、電極 25、30 間の印加電圧を高くしてゆくのにともなって、赤 (R) → 緑 (G) → 青 (B) → 黒 → 白の順に変化する。これら赤、緑、青と、黒および白の表示色は、いずれも、色純度が高い鮮明な色である。

【0069】また、この実施形態の液晶表示装置 11 における黒の表示状態の出射率を $R(\text{min})$ とし、白の表示状態における出射率を、印加電圧が 5V のときで $R(5V)$ 、印加電圧が 7V のときで $R(7V)$ とすると、このカラー液晶表示装置の出射率は、
 $R(\text{min}) = 3.30\%$
 $R(5V) = 23.64\%$
 $R(7V) = 28.91\%$
 である。

【0070】そして、このカラー液晶表示装置における黒と白の表示のコントラスト CR は、白を表示させるための印加電圧を 5V としたときのコントラストを $CR(5V)$ 、白を表示させるための印加電圧を 7V としたときのコントラストを $CR(7V)$ とすると、
 $CR(5V) = 7.16$
 $CR(7V) = 8.76$

であり、白を表示させるための印加電圧を 7V としたときはもちろん、白を表示させるための印加電圧を 5V としたときでも、十分に高いコントラストが得られる。

【0071】したがって、この液晶表示装置 11 によれば、カラーフィルタを用いずに光を着色するとともに、同じ画素で複数の色を表示し、しかも、コントラストを高くするとともに、表示の基本である白と黒および赤、緑、青の三原色を表示して、鮮明でかつ色彩の豊かな多色カラー表示を実現することができる。

【0072】なお、上記実施形態 8 では、図 20 のように、 0° の方向に対して、前偏光板 23 の透過軸 23a を $60.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向、位相差板 49 の遅相軸 49a を $52.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向に設定したが、この実施形態のように、液晶分子のツイスト角を $75^\circ \pm 3^\circ$ 、 $\Delta n d$ の値を $800 \text{ nm} \sim 1100 \text{ nm}$ 、位相差板 49 のリタレーションの値を $60 \text{ nm} \pm 20 \text{ nm}$ とし、かつ、後偏光板 24 の透過軸 24a を前記液晶分子のツイスト

方向と逆方向に $52.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向に設定する場合は、前記 0° の方向に対して、前偏光板 23 の透過軸 23a が液晶分子のツイスト方向と逆方向に $51.5^\circ \pm 3^\circ \sim 60.5^\circ \pm 3^\circ$ の範囲の方向、位相差板 49 の遅相軸 49a が前記ツイスト方向と逆方向に $42.5^\circ \pm 3^\circ \sim 52.5^\circ \pm 3^\circ$ の範囲の方向にあれば、白と黒および赤、緑、青を高い色純度で表示することができる。また、本実施形態においては、拡散板 41 が液晶表示パネル 13 の前方に配置されているため、反射カソード電極 15 での鏡面反射に伴って外部像の写り込みや、二重像の発生を抑制することができる。また、有機 EL 面発光素子 12 で発生した光の面内均一性を拡散板 41 で高くすることができる。

【0073】（実施形態 10）次に実施形態 10 について以下に説明する。本実施形態では、液晶表示装置 11 が、前偏光板 23 の透過軸 23a の方向、位相差板 49 の遅相軸 49a の方向を除けば、上記した実施形態 9 と同様の構成である。

【0074】図 22 はこの発明の実施形態 10 を示しており、液晶表示パネル 13 の液晶分子の配向状態と各偏光板 23、24 の透過軸 23a、24a および位相差板 49 の遅相軸の向きを表示装置 11 の表示側から見た図である。この実施形態では、 0° の方向（後透明基板 21 の近傍における液晶分子配向方向 21a）に対して、前偏光板 23 の透過軸 23a を液晶分子のツイスト方向と逆方向に $51.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向、位相差板 49 の遅相軸 49a を前記ツイスト方向と逆方向に $42.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向にしたものであり、両基板 20、21 の近傍における液晶分子配向方向 21a、20a と、後偏光板 24 の透過軸 24a の向きは図 20 と同じである。

【0075】図 23 は本実施形態による液晶表示装置 11 の表示色の変化を示す $a^* - b^*$ 色度図であり、この液晶表示装置 11 の表示色も、電極 25、30 間の印加電圧を高くしてゆくのにともなって、赤（R）→緑（G）→青（B）→黒→白の順に変化する。これら赤、緑、青と、黒および白の表示色は、いずれも、色純度が高い鮮明な色である。

【0076】また、この液晶表示装置 11 における光の出射率は、

$$R(\min) = 2.76\%$$

$$R(5V) = 24.08\%$$

$$R(7V) = 30.60\%$$

である。

【0077】そして、この液晶表示装置 11 における、白を表示させるための印加電圧を 5V としたときのコントラストを CR(5V) と、白を表示させるための印加電圧を 7V としたときのコントラストを CR(7V) は、

$$CR(5V) = 8.72$$

$$CR(7V) = 11.09$$

である。

【0078】本実施形態においても、拡散板 41 が液晶表示パネル 13 の前方に配置されているため、反射カソード電極 15 での鏡面反射に伴って外部像の写り込みや、二重像の発生を抑制することができる。また、有機 EL 面発光素子 12 で発生した光の面内均一性を拡散板 41 で高くすることができる。

【0079】（実施形態 11）図 24 および図 25 はこの発明の実施形態 11 を示している。本実施形態では、液晶表示装置 11 が、前偏光板 23 の透過軸 23a の方向、位相差板 49 の遅相軸 49a の方向および偏光板 24 の透過軸 24a の方向を除けば、上記した実施形態 9 と同様の構成である。図 24 は、この実施形態の液晶表示装置 11 における液晶層 45 の分子の配向状態と各偏光板 23、24 の透過軸 23a、24a および位相差板 49 の遅相軸 49a の向きを液晶表示装置 11 の表面側から見た図であり、この実施形態では、液晶分子のツイスト角を $75^\circ \pm 3^\circ$ 、 $\Delta n d$ の値を $800\text{nm} \sim 1100\text{nm}$ に設定し、位相差板 49 としてリタレーションの値が $60\text{nm} \pm 20\text{nm}$ のものを用いるとともに、前および後偏光板 23、24 をその透過軸 23a、24a を次のような向きにして配置し、前記位相差板 49 をその遅相軸 49a を次のような向きにして配置している。

【0080】すなわち、図 24 のように、一方の基板、例えば後透明基板 21 の近傍における液晶分子配向方向 21a は、液晶表示パネル 13 の横軸 S に対して右回りに $52.5^\circ \pm 5^\circ$ の方向、他方の前透明基板 20 の近傍における液晶分子配向方向 20a は、前記横軸 S に対して左回りに $52.5^\circ \pm 5^\circ$ の方向にあり、液晶分子は、そのツイスト方向を破線矢印で示したように、後透明基板 21 から前透明基板 20 に向かって右回りに $75^\circ \pm 10^\circ$ のツイスト角でツイスト配向している。

【0081】そして、後透明基板 21 の近傍における液晶分子配向方向 21a を 0° の方向とすると、後透明基板 21 に対向する後偏光板 24 の透過軸 24a は、前記液晶分子のツイスト方向と逆方向に $47.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向にあり、表面側基板 20 に対向する前偏光板 23 の透過軸 23a は、前記ツイスト方向と逆方向に $36.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向にあり、さらに位相差板 49 の遅相軸 49a は、前記ツイスト方向と逆方向に $138.5^\circ \pm 3^\circ$ の方向にある。

【0082】この実施形態の液晶表示装置 11 は、液晶 45 の複屈折作用および位相差板 49 の複屈折作用と一対の偏光板 23、24 の偏光作用とを利用して光を着色するもので、このカラー液晶表示装置の 1 つの画素で表示できる色も、赤、緑、青の三原色の全てと、ほぼ無彩色の暗表示である黒と、ほぼ無彩色の明表示である白を含んでいる。

【0083】図 25 は液晶表示装置 11 の表示色の変化を示す $a^* - b^*$ 色度図である。この図 25 のように、液

晶表示装置 11 の表示色は、電極 25、30 間に電圧と印加していない初期状態ではパープル (P) に近い色であり、電極 25、30 間の印加電圧を高くしてゆくのにともなって、赤 (R) → 緑 (G) → 青 (B) → 黒 → 白の順に変化する。これら赤、緑、青と、黒および白の表示色は、いずれも、色純度が高い鮮明な色である。

【0084】また、この実施形態の液晶表示装置 11 における黒の表示状態の出射率を $R(\min)$ とし、白の表示状態における出射率を、印加電圧が 5V のときで $R(5V)$ 、印加電圧が 7V のときで $R(7V)$ とする

と、このカラー液晶表示装置の出射率は、

$R(\min) = 1.85\%$

$R(5V) = 22.37\%$

$R(7V) = 28.35\%$

である。

【0085】そして、この液晶表示装置 11 における黒と白の表示のコントラスト CR は、白を表示させるための印加電圧を 5V としたときのコントラストを $CR(5V)$ 、白を表示させるための印加電圧を 7V としたときのコントラストを $CR(7V)$ とすると、

$CR(5V) = 12.09$

$CR(7V) = 15.32$

であり、白を表示させるための印加電圧を 7V としたときはもちろん、白を表示させるための印加電圧を 5V としたときでも、十分に高いコントラストが得られる。

【0086】すなわち、本実施形態の液晶表示装置 11 は、基板 20、21 をはさんで配置された一対の偏光板 23、24 のうちの一方の偏光板 (この実施形態では前偏光板) 23 と基板 20 との間に 1 枚の位相差板 49 を配置するとともに、液晶分子のツイスト角を $75^\circ \pm 10^\circ$ とし、さらに液晶 45 の $\Delta n d$ の値を $800\text{nm} \sim 1100\text{nm}$ 、位相差板 49 のリタレーションの値を $60\text{nm} \pm 20\text{nm}$ とした場合における赤、緑、青、黒、白の表示色が得られる偏光板 23、24 及び位相差板 49 の配置条件が、上記実施形態 9、10 の条件の他にも存在することに基づいたものであり、この液晶表示装置 11 によれば、カラーフィルタを用いずに光を着色するとともに、同じ画素で複数の色を表示し、しかも、コントラストを高くするとともに、表示の基本である白と黒および赤、緑、青の三原色を表示して、鮮明でかつ色彩の豊かな多色カラー表示を実現することができる。

【0087】(実施形態 12) 図 26 は、本発明の液晶表示装置の実施形態 12 を示す断面図である。同図中 11 は、表示装置であり、液晶表示パネル 13 と、有機 EL 面発光素子 12 と、から大略構成され、後偏光板 24 が不在点を除けば上記した実施形態 8 と同様の構成である。このような構造の液晶表示装置 11 では、偏光板を 1 枚にしているため透過性が良好になり全体の輝度が高くなるとともに、反射型と透過型での輝度の差を小さくすることができる。

【0088】上記した実施形態 8 ~ 12 のような ECB 型の液晶表示装置は、透過型として用いる場合、図 34 に示すように表示色によって出射率が異なっていた。特に青色は他の色と比べ輝度が低く視認しにくかった。上記した実施形態 8 ~ 12 の有機 EL 面発光素子 12 では、例えば赤色ドーパントとして DCM1、緑色ドーパントとしてクマリン 6、青色ドーパントとして TPB を適用して白色発光させることができるが、青白色を発光するようにドーパントの混合比を適用すれば、相対的に青色の輝度が高くなり各色に対する輝度バランスを良好にすることができる。このように有機 EL 面発光素子 12 では、各色に発光する発光材料を任意に設定することができるので、目的に応じた表示色の色および輝度を制御することができる。また、上記した実施形態 8 ~ 12 の液晶表示装置 11 に適宜拡散板を配置させることにより、面内均一性の高い表示を行うことが可能となる。

【0089】(実施形態 13) 図 27 は、本発明の液晶表示装置の実施形態 13 を示す断面図である。同図中 11 は表示装置であり、液晶表示パネル 13 と、有機 EL 面発光素子 12 と、から大略構成される。液晶表示パネル 13 は、有機 EL 面発光素子 12 のアノード電極 19 の外面側に配置され、一対の前透明基板 20 と後透明基板 21 との間に液晶 45 を封入した構造となっている。前透明基板 20 は、対向内側の面に、ITO からなる可視光に対し 70% 以上の透過性を有する共通電極 25 が表示領域全面にわたって形成され、共通電極 25 上には配向処理されたポリイミドからなる前配向膜 29 が形成されている。後透明基板 21 の対向内面側には、ITO でなる画素電極 30 および画素電極 30 に接続されたスイッチング素子である TFT31 が画素配列にしたがって多数配列されている。配列パターンは、行方向およびそれに直交する列方向に並んで配列されたマトリクス配列になっている。TFT31 は、そのゲート電極が選択電圧を出力するゲートラインに接続され、そのドレイン電極が信号電圧を出力するドレインラインに接続されている。これら TFT31 を含む非画素領域には、窒化シリコンからなる層間絶縁膜 34 がパターン形成され、画素電極 30 上および層間絶縁膜 34 上にはポリイミドからなり、配向処理が施された後配向膜 32 が形成されている。前配向膜 29 と後配向膜 32 との間には、所定方向に初期配向された液晶層 45 が介在している。

【0090】液晶層 45 は、相転移 (コレステリック・ネマチック) 型液晶に二色性染料を添加させた、いわゆる PCGH 液晶や、PD (高分子分散型) 液晶、PD 液晶等から選択することができる。このような、液晶表示装置 11 では、偏光板、カラーフィルタが一切ないので、反射型と透過型との間の輝度の差がより小さくなるとともに高い輝度の表示を行うことができる。

【0091】上記した実施形態 1 ~ 13 では、液晶表示パネル 13 と有機 EL 面発光素子 12 とから構成された

が、これら実施形態の液晶表示装置 11 の液晶表示パネル 13 と有機 E L 面発光素子 12 との間に図 28

(a)、(b) に示すような光進行方向制御板 53 を配置した構造であってもよい。光進行方向制御板 53 は、ポリカーボネイト、ポリエステル、ポリアクリル等の光透過性材料からなり、屈折率が 1.3 ~ 1.4 に設定されている。また光進行方向制御板 53 は、その液晶表示パネル 13 との対向面側が規則的に凹凸があるマイクロプリズム形状に施され、有機 E L 面発光素子 12 との対向面側が平滑な面構造になっている。マイクロプリズムの平滑面と傾斜面との間の傾斜角 θ 、 θ' と設定されており、ここで光進行方向制御板 53 への光の入射角は、液晶表示パネル 13 の表示面の表示面側の法線方向の軸、或いは制御板 53 の平滑な底面の液晶表示パネル 13 側の法線方向の軸を、 0° とし、マイクロプリズムの平滑面と傾斜面との間の傾斜角側への傾きを $+$ ($^\circ$)、逆方向への傾きを $-$ ($^\circ$) で定義する。傾斜角を 25° に設定すると、反射型のときの、入射角が $+30^\circ$ の入射光 X が 0° の出射光として出射することができる。なお、図 29 は、光進行方向制御板 53 の傾斜角度の応じた入射光の角度と出射光の角度との関係を示している。

【0092】(実施形態 14) 図 30 は、本発明の液晶表示装置の実施形態 14 を示す断面図である。この液晶表示装置 11 は、液晶表示パネル 13 を構成する後透明基板 21 の前面側に有機 E L 面発光素子 12 を設けたものである。また、液晶表示パネル 13 においては、後偏光板 24 を備えない液晶モードが採用されている。なお、他の構成は、上記した実施形態 1 と同様であるので、その説明を省略する。本実施形態においては、有機 E L 面発光素子 12 側の E L 用透明基板を省略すること

ができるため、装置全体の薄型化を達成することができる。【0093】(実施形態 15) 図 31 は、本発明の液晶表示装置の実施形態 15 を示す断面図である。本実施形態の液晶表示装置 11 は、同図に示すように、前透明基板 20 の後面に画素電極 30 と TFT 31 が形成され、これらを覆うように前配向膜 29 が形成されている。また、後透明基板 21 の前面には、反射カソード電極 15、有機 E L 層 18、アノード電極 19 が順次積層されており、アノード電極 19 の上には後配向膜 32 が形成されている。これら前透明基板 20 の前配向膜 29 と後透明基板 21 の後配向膜 32 との間には液晶層 22 が介在されている。なお、本実施形態においては、ゲスト・ホスト液晶モードが用いられている。また、前透明基板 20 の前方には、前偏光板 23、拡散板 41 が配置されている。本実施形態においては、有機 E L 面発光素子 12 のアノード電極 19 が液晶表示パネル 13 の共通電極としての機能も兼ねている。

【0094】本実施形態においては、有機 E L 面発光素子 12 が後透明基板 21 の前面で液晶層 22 の後方に形

成されているため、装置の薄型化を達成することができる。また、拡散板 41 が前方に配置されているため、外部像の写り込みや二重像が発生するのを抑制することができる。また、TFT 31 は、有機 E L 面発光素子 12 が形成された後透明基板 21 と異なる前透明基板 20 に形成されているので、TFT 形成に伴って、有機 E L 層のガラス転移温度を越える 300°C 以上の加熱処理を行っても有機 E L 層が熱劣化することはない。

【0095】(実施形態 16) 図 32 は、本発明の液晶表示装置の実施形態 16 を示す断面図である。本実施形態では、反射カソード電極 15 が、光の散乱反射を起こさせる、多結晶構造をもつ Mg-Ag でなる散乱反射カソード電極 15a で置き換えられている。また、本実施形態においては、拡散板 41 を備えていない。本実施形態における他の構成は、上記した実施形態 15 の液晶表示装置 11 と同様である。このように、散乱反射カソード電極 15a が外光を散乱反射させることができるため、本実施形態においても、外部像の写り込みや二重像の発生を抑制することができる。なお、上記実施形態 14 ~ 16 では、少なくとも有機 E L 面発光素子 12 側の基板に形成された配向膜にラビング等の配向処理を施さない液晶モードである PDL C (高分子分散型液晶) の方が有機 E L 面発光素子 12 に物理的応力の負荷がかからなくてよい。

【0096】以上、実施形態 1 ~ 実施形態 16 について説明したが、本発明はこれらに限定されるものではなく、構成の要旨に付随する各種の変更が可能である。例えば、液晶モードは、TN 液晶モード、STN 液晶モード、ゲスト・ホスト (GH) 液晶モード、偏光板を用いない PC (相転移) モード、PDL C (高分子分散型液晶) モード、PDL C/GH モード、コレステリック液晶モード、PC 液晶/GH モードなどの各種の液晶モードを液晶表示パネル 13 に適用することができる。このような液晶モードに応じて、例えばカラーフィルタの有無や、偏光板の有無などの、液晶表示パネルの構成も適宜変更することが可能である。

【0097】また、上記した各実施形態では、有機 E L 層 18 を、一例として Alq3 でなる電子輸送層 16 と、PVCz と BND と白色発光材料とでなる正孔輸送層 17 とを接合した構成としたが、他の有機 E L 材料を用いて、単層のエレクトロルミネッセンス層や、3 層以上の構造のエレクトロルミネッセンス層とすることも可能である。

【0098】さらに、本発明においては、反射カソード電極 15 として、マグネシウム合金、ハフニウム (Hf、仕事関数 3.63 eV) や希土類元素であるスカンジウム (Sc、仕事関数 3.5 eV)、イットリウム (Y、仕事関数 3.1 eV)、ランタン (La、仕事関数 3.5 eV)、セリウム (Ce、仕事関数 2.9 eV)、プラセオジウム (Pr)、ネオジウム (Nd、仕事関

10

20

30

40

50

数 3.2 eV)、プロメチウム (Pm)、サマリウム (Sm、仕事関数 2.7 eV)、ユウロピウム (Eu、仕事関数 2.5 eV)、ガドリニウム (Gd、仕事関数 3.1 eV)、テルビウム (Tb、仕事関数)、ジスプロシウム (Dy)、ホルモエム (Ho)、エルビウム (Er、仕事関数 2.97 eV)、ツリウム (Tm、イッテルビウム (Yb、仕事関数 2.6 eV)、ルテチウム (Lu) の、単体やこれらの元素を含む合金などを用いることができる。さらには、実施形態 5 および実施形態 16 で説明したように、散乱反射カソード電極 15a として、多結晶構造をもつ Mg-Ag 膜を用いたが、例えばバンパー構造をもつ Al を用いることで、特別な加工を施すことなく、表面に微細な凹凸を有する電極を容易に形成することも可能である。また、上記した各実施形態では、アノード電極 19 を例えば ITO でなる透明導電膜で形成したが、電流の供給の均一化を図り発光の面内均一性を高めるため、透明導電膜に例えば Al などの極薄い低抵抗導電膜をメッシュ状に加工して透明導電膜に積層させる構成としてもよい。この場合、低抵抗導電膜の膜厚を薄く設定することにより、光透過性をもたせることができる。また、低抵抗導電膜と透明導電膜との屈折率が互いに異なるため、有機 EL 層で発生した光や、反射光を散乱させることができ、より面内均一性の高い面発光を行わせることが可能となる。このような構成を拡散板を備えた液晶表示装置に適用すると、拡散板との相乗効果で光の拡散作用が高まり、さらに発光の面内均一性を高めることが可能となる。

【0099】また、本発明では、有機 EL 面発光素子 12 の基板 14 を 1 μm ~ 5 μm 厚の酸化シリコン層あるいはアクリル系の有機絶縁層を基板で構成することもでき、より薄い構造にすることができるとともに基板の屈折率の違いによる視差を低減することができる。

【0100】さらに、上記実施形態 1 ~ 14 では、液晶表示パネル 13 は、TFT 31 によるアクティブ駆動であったが、液晶を挟んで対向する電極をストライプ形状にした単純マトリクス駆動であってもよい。

【0101】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、この発明によれば、明状態において二重像の発生や外部像の写り込みがなく、良好なコントラストを有する表示を行うことができ、暗状態においても良好なコントラストを有し、かつ低消費電力で表示を行うことができる、携帯性を備えた液晶表示装置を実現するという効果がある。また、この発明によれば、液晶表示部に良好な散乱光を供給できる液晶表示装置を実現することができる。このため、液晶表示装置の表示性能を高める効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る液晶表示装置の実施形態 1 を示す断面図。

【図 2】実施形態 1 の作用を示す説明図。

【図 3】液晶表示装置の問題点を示す説明図。

【図 4】液晶表示装置の問題点を示す説明図。

【図 5】有機 EL 面発光素子における、電子と正孔の注入障壁に対する効果を示すエネルギーダイアグラム。

【図 6】正孔輸送層 (HTL) 内の正孔の移動メカニズムを示すエネルギーダイアグラム。

【図 7】PVCz、クマリン 6 がドーピングされた PVCz、エタノール中に存在するクマリン 6 のそれぞれの光吸収スペクトルを示すグラフ。

【図 8】PVCz の EL 特性と PL 特性を示すスペクトル図。

【図 9】実施形態 2 の液晶表示装置を示す断面図。

【図 10】実施形態 3 の液晶表示装置を示す断面図。

【図 11】実施形態 4 の液晶表示装置を示す断面図。

【図 12】実施形態 5 の液晶表示装置を示す断面図。

【図 13】実施形態 6 の液晶表示装置を示す断面図。

【図 14】実施形態 7 の液晶表示装置を示す断面図。

【図 15】実施形態 8 の液晶表示装置を示す断面図。

【図 16】実施形態 8 における液晶表示パネルの液晶分子の配向状態と各偏光板の透過軸の向きを液晶表示装置の表面側から見た状態を示す説明図。

【図 17】実施形態 8 の液晶表示装置の表示色の変化を示す色度図。

【図 18】クマリン 6 および DCM1 の波長と EL 強度との関係を示すグラフ。

【図 19】実施形態 9 の液晶表示装置を示す断面図。

【図 20】実施形態 9 における液晶分子の配向状態、各偏光板の透過軸および位相差板の遅相軸の向きを表示装置の表示面側から見た状態を示す説明図。

【図 21】実施形態 9 の液晶表示装置の表示色の変化を示す色度図。

【図 22】実施形態 10 の液晶分子の配向状態、各偏光板の透過軸および位相差板の遅相軸の向きを表示装置の表示面側から見た状態を示す説明図。

【図 23】実施形態 10 の液晶表示装置の表示色の変化を示す色度図。

【図 24】実施形態 11 の液晶分子の配向状態、各偏光板の透過軸および位相差板の遅相軸の向きを表示装置の表示面側から見た状態を示す説明図。

【図 25】実施形態 11 の液晶表示装置の表示色の変化を示す色度図。

【図 26】実施形態 12 の液晶表示装置を示す断面図。

【図 27】実施形態 13 の液晶表示装置を示す断面図。

【図 28】(a) および (b) は光進行方向制御板を示す断面説明図。

【図 29】光進行方向制御板の傾斜角度に応じた入射光の角度と出射光の角度との関係を示すグラフ。

【図 30】実施形態 14 の液晶表示装置を示す断面図。

【図 31】実施形態 15 の液晶表示装置を示す断面図。

【図 32】実施形態 16 の液晶表示装置を示す断面図。

29

30

【図33】従来の液晶表示装置を示す断面図。

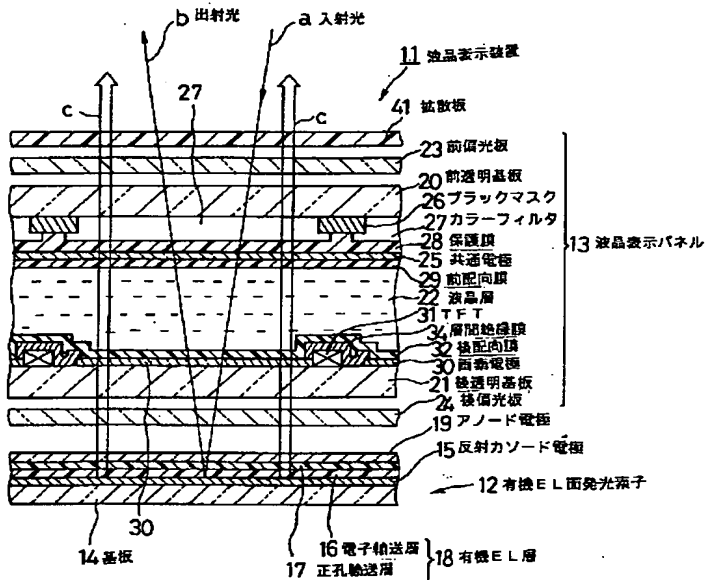
【図34】従来のECB型液晶表示装置における入射される光に対する出射する光の割合（出射率）と、印加電圧と、出射光の色と、の関係を示すグラフ。

【符号の説明】

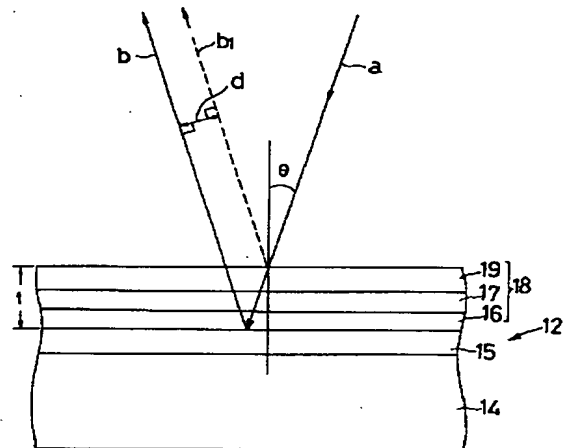
- 11 液晶表示装置
12 有機EL面発光素子
13 液晶表示パネル

- 15 反射カソード電極
15a 散乱反射カソード電極
18 有機EL層
19 アノード電極
41、42 拡散板
a 入射光（外光）
b 出射光
c 表示用光（EL光）

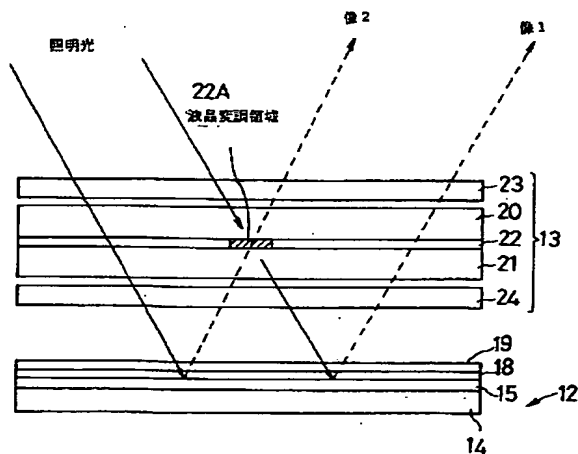
【図1】



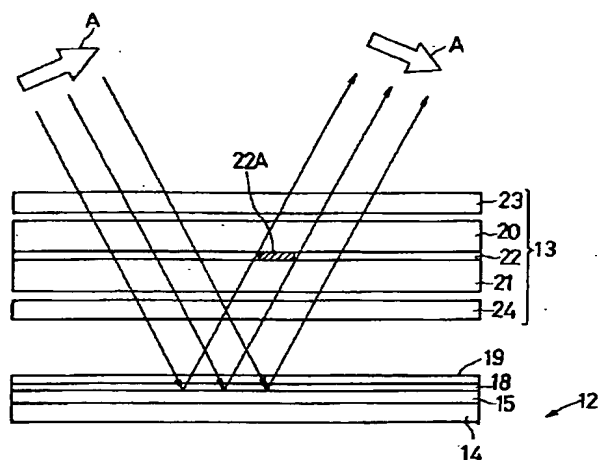
【図2】



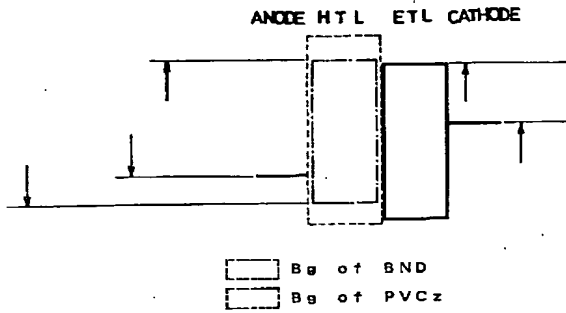
【図3】



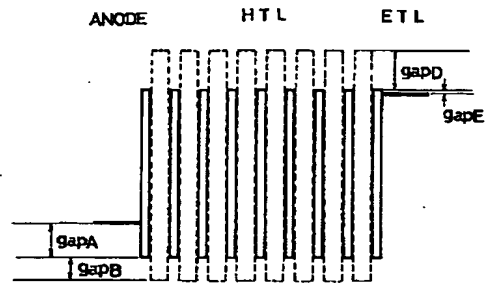
【図4】



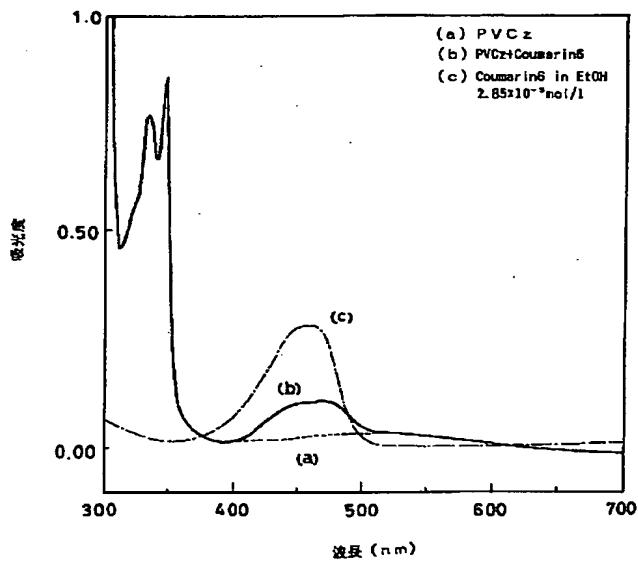
【図5】



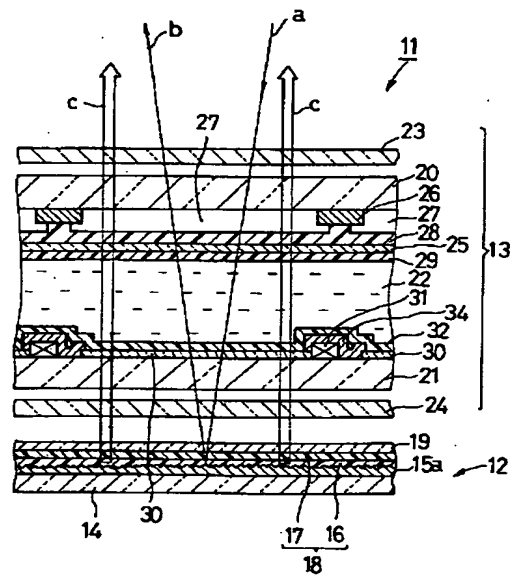
【図6】



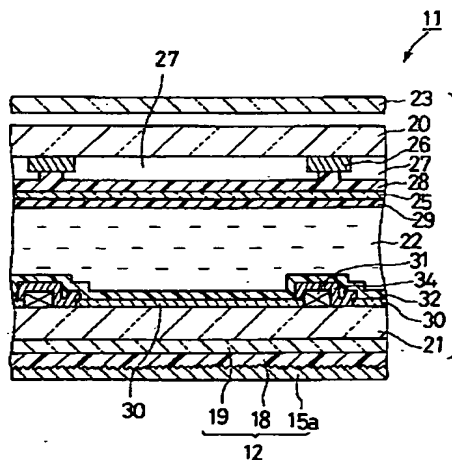
【図7】



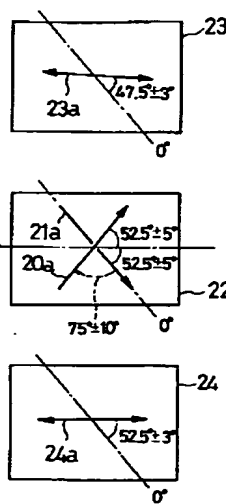
【図9】



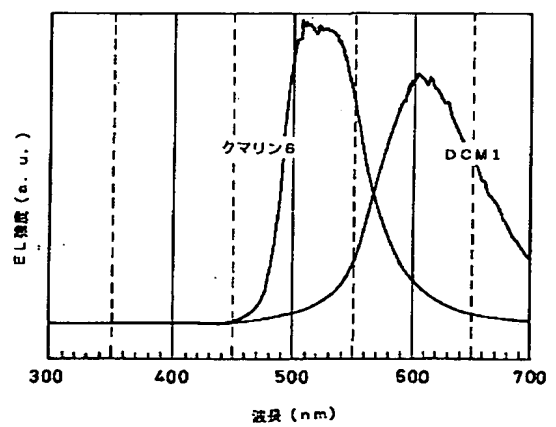
【図11】



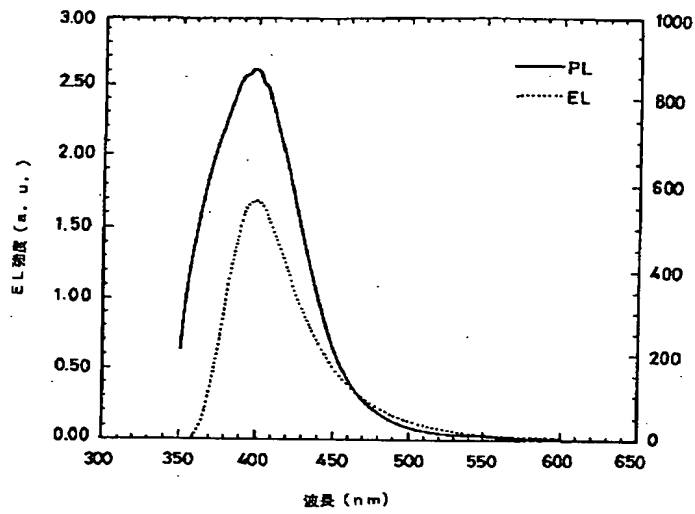
【図16】



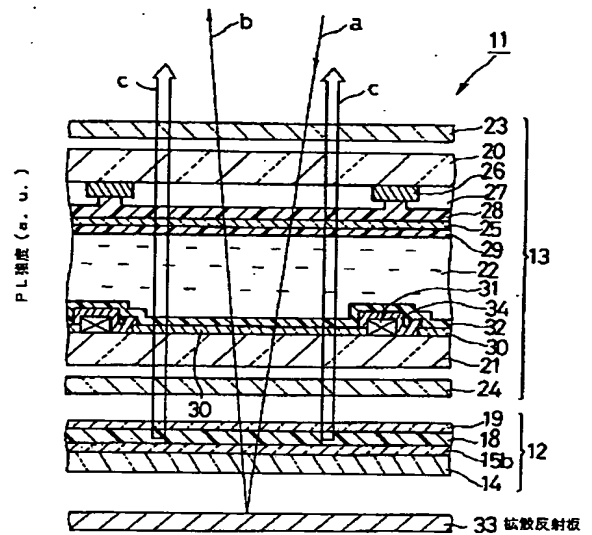
【図18】



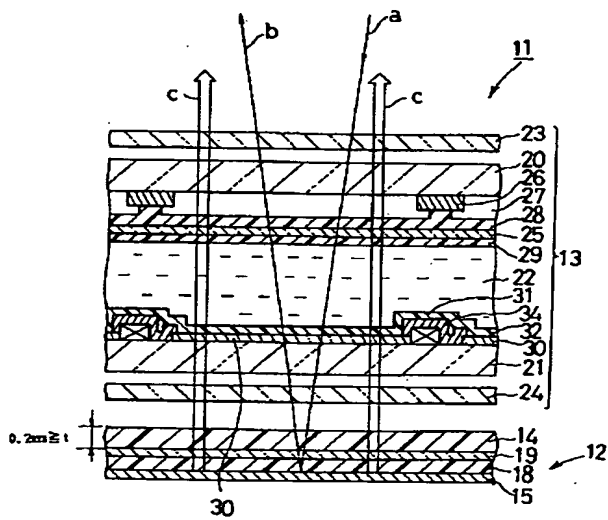
【図8】



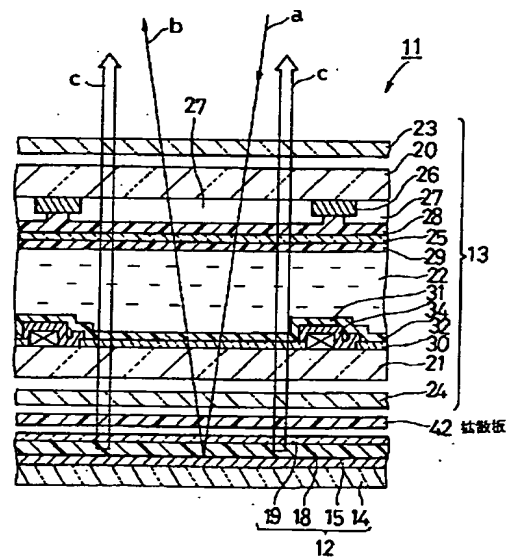
【図12】



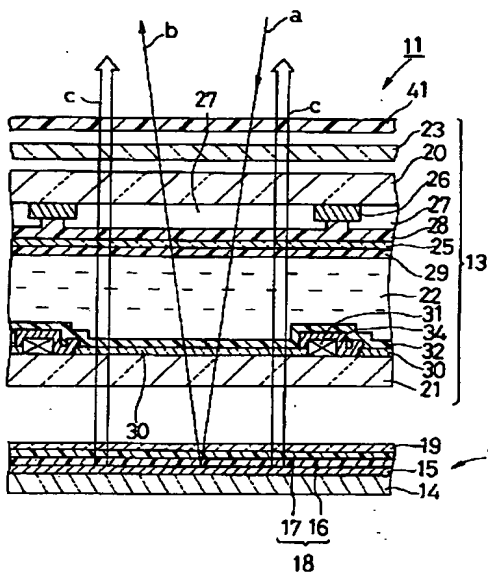
【図10】



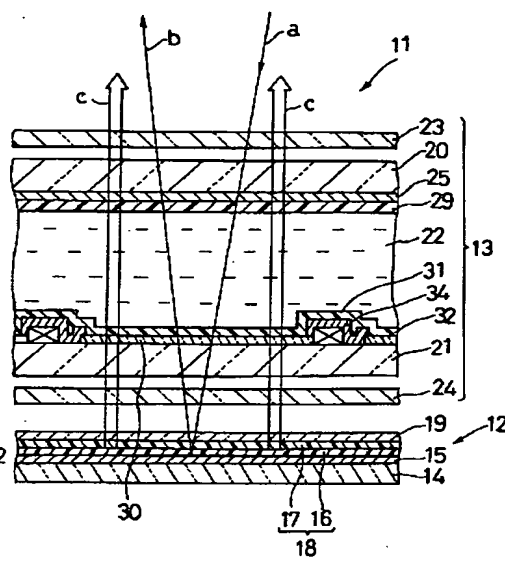
【図13】



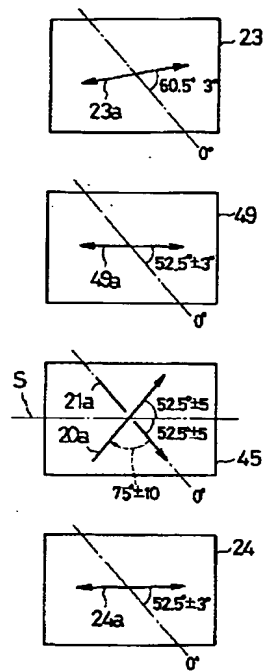
【図14】



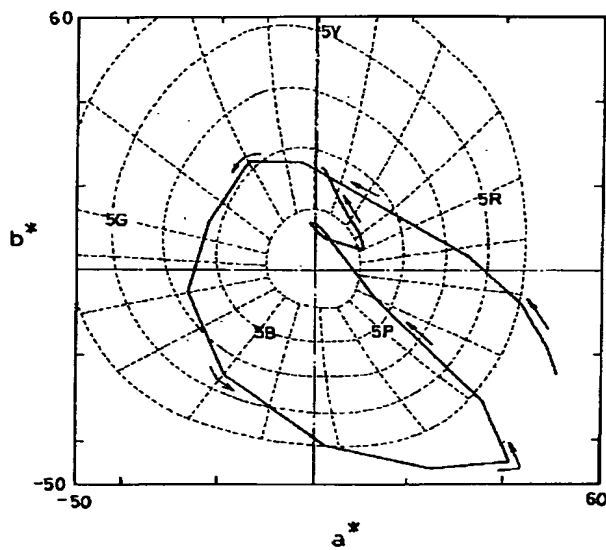
【図15】



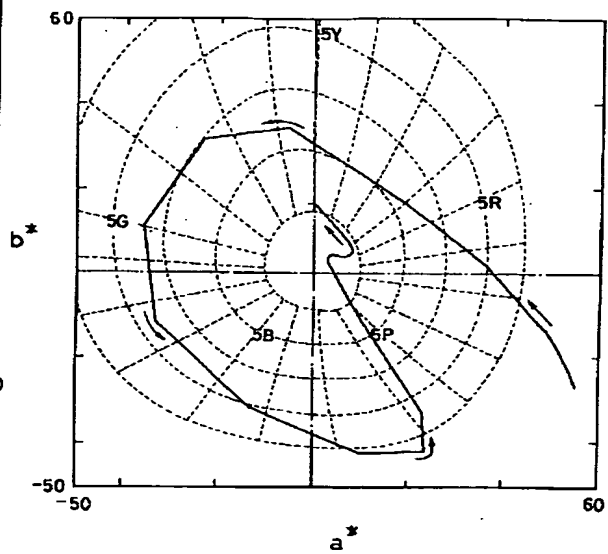
【図20】



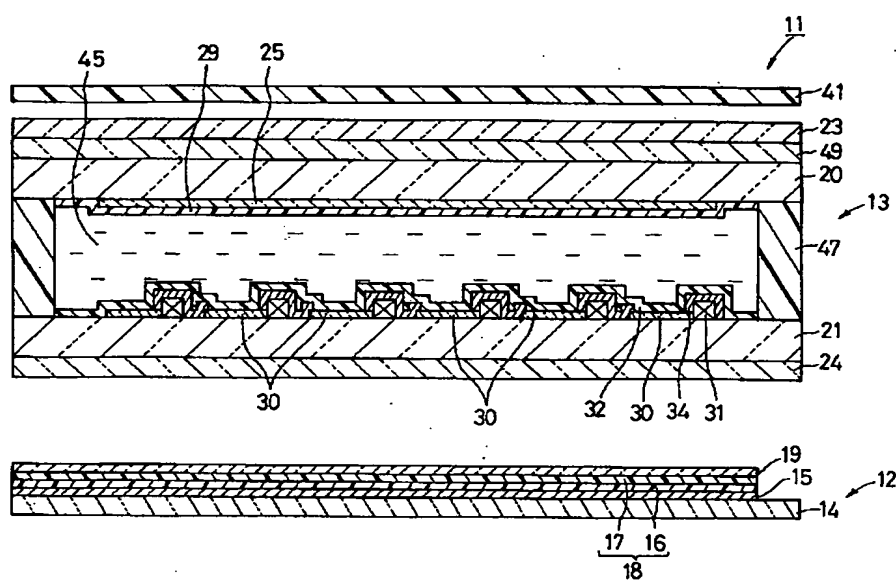
【図17】



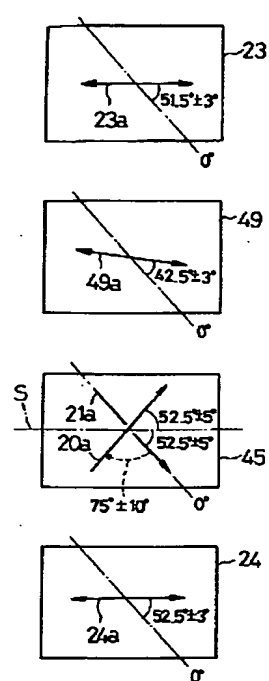
【図21】



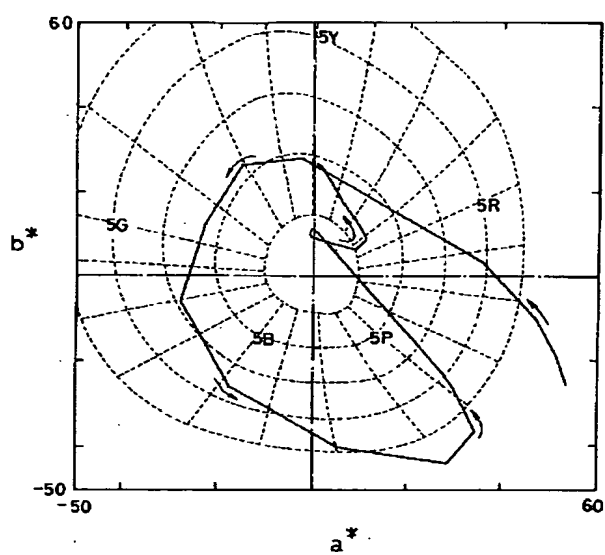
【图 19】



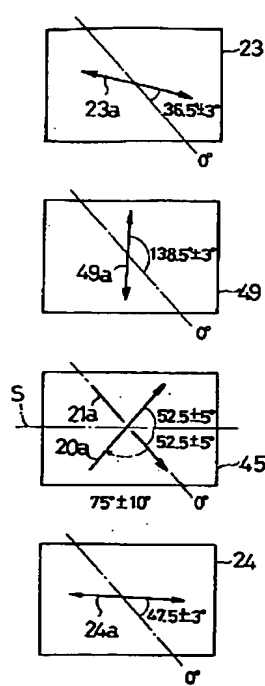
【図 22】



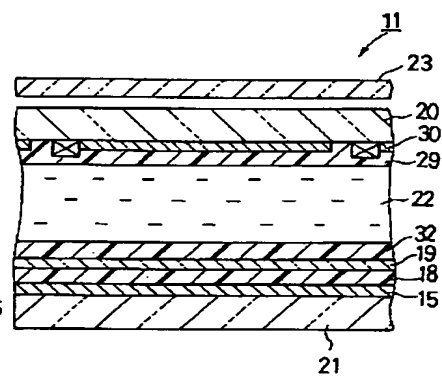
【図 2 3】



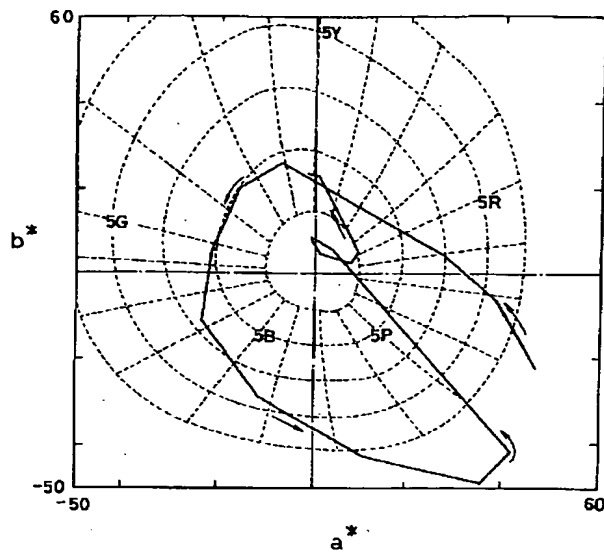
【図 24】



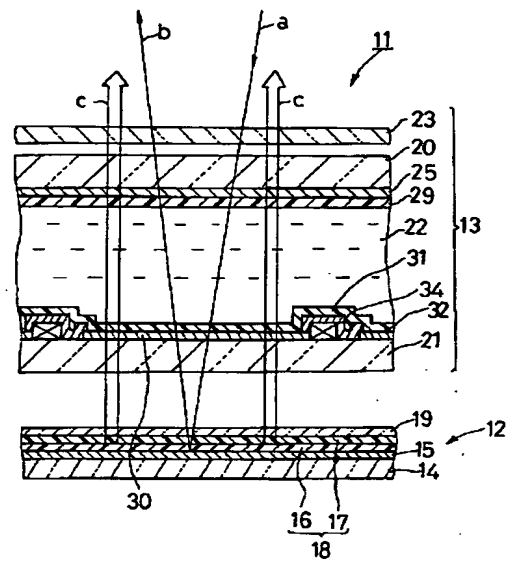
【图 3 2】



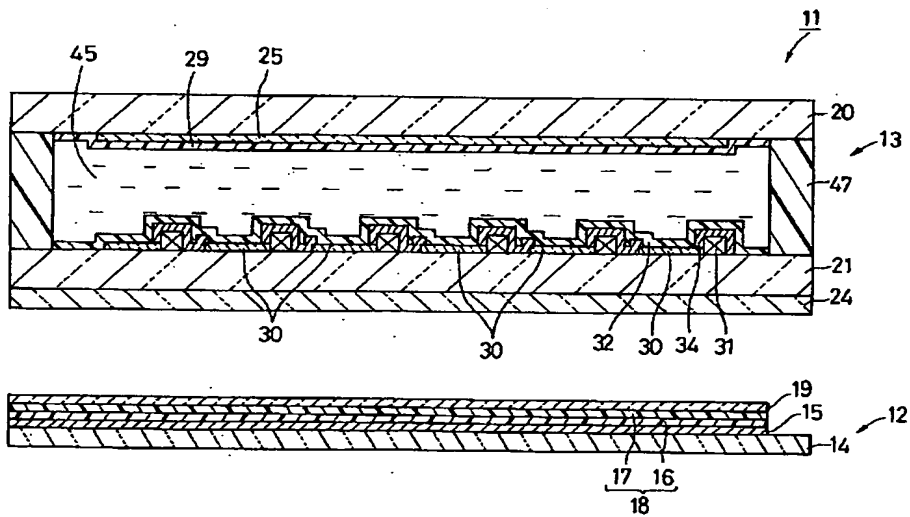
【図 25】



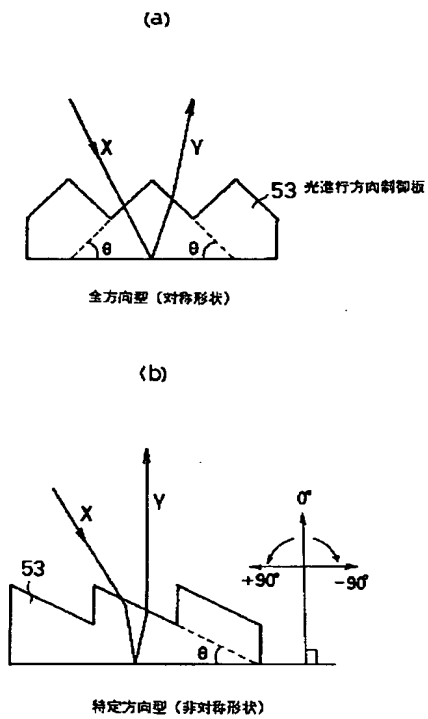
【図 26】



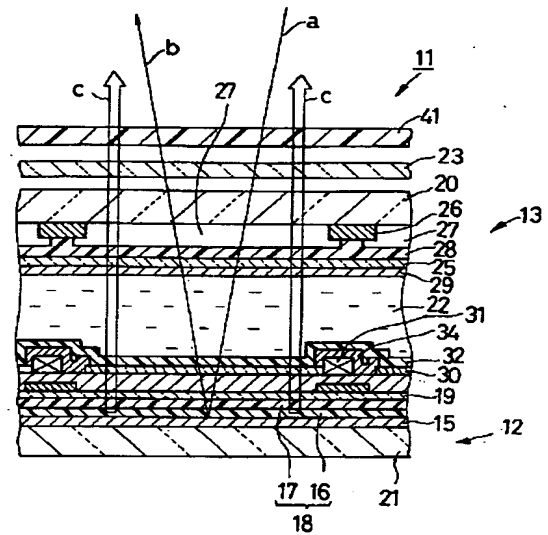
【図 27】



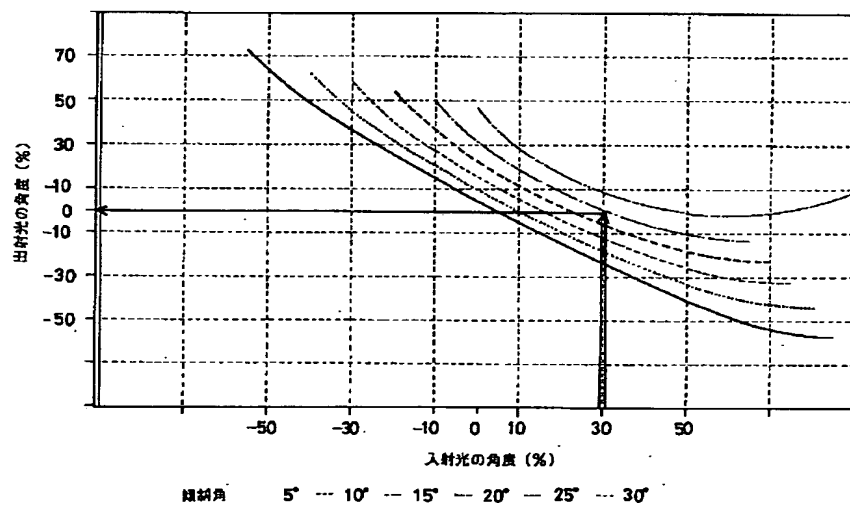
【図28】



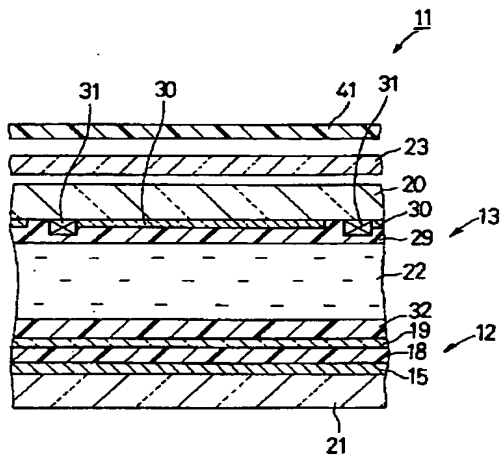
【図30】



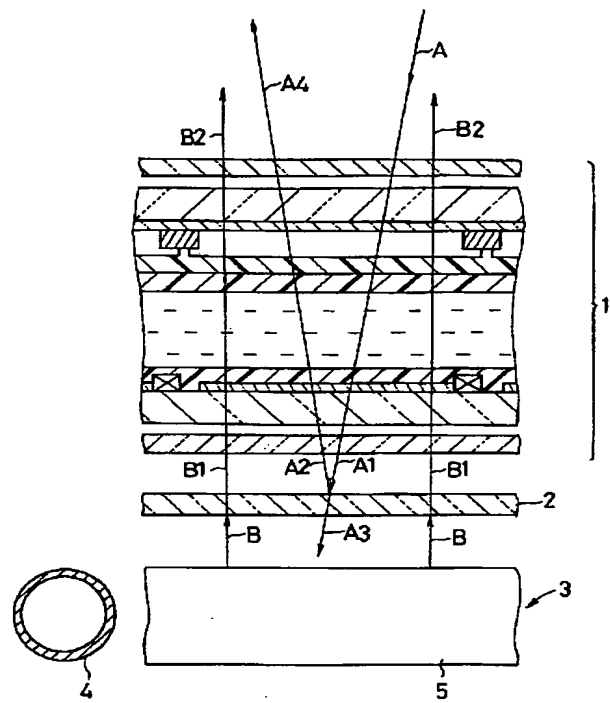
【図29】



【図31】



【図33】



【図34】

